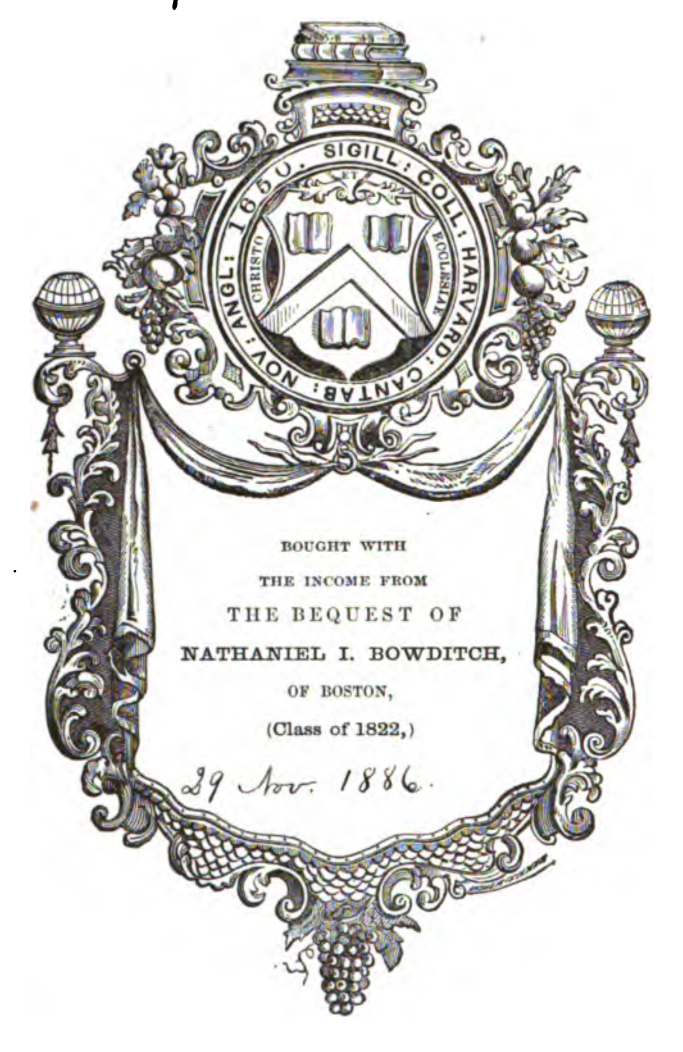
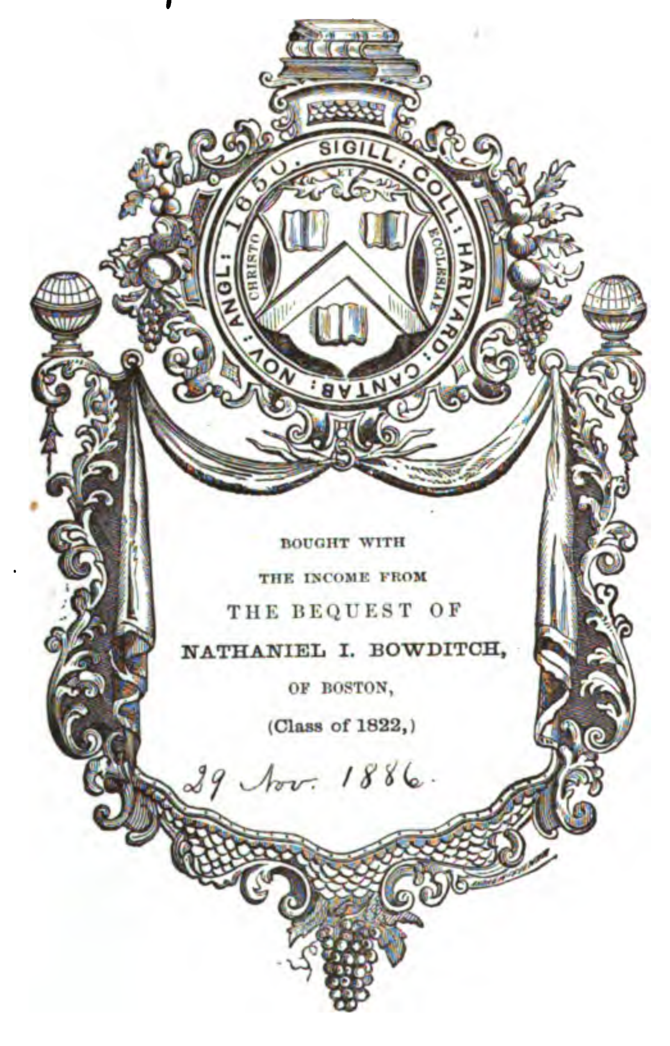



SIGILL: COLL: HARVARD: CANTAB: NOV: ANGL: 1650.
CHRISTO ET ECCLESIAE
BOUGHT WITH
THE INCOME FROM
THE BEQUEST OF
NATHANIEL I. BOWDITCH,
OF BOSTON,
(Class of 1822,)
29 Nov. 1886.


SIGILL: COLL: HARVARD: CANTAB: NOV: ANGL: 1650.
CHRISTO ET ECCLESIAE
BOUGHT WITH
THE INCOME FROM
THE BEQUEST OF
NATHANIEL I. BOWDITCH,
OF BOSTON,
(Class of 1822,)
29 Nov. 1886.



HANDBUCH
DER AUSÜBENDEN
WITTERUNGSKUNDE.

GESCHICHTE UND GEGENWÄRTIGER ZUSTAND DER WETTERPROGNOSE.

VON

DR. W. J. VAN BEBBER,
ABTHEILUNGSVORSTAND DER DEUTSCHEN SEEWARTE.

ZWEI THEILE.

I. THEIL:
GESCHICHTE DER WETTERPROGNOSE.

MIT 12 HOLZSCHNITTEN.

STUTTGART.
VERLAG VON FERDINAND ENKE.
1885.

HANDBUCH

DER AUSÜBENDEN

WITTERUNGSKUNDE.

GESCHICHTE UND GEGENWÄRTIGER ZUSTAND DER
WETTERPROGNOSE.

VON

DR. W. J. VAN BEBBER,
ABTHEILUNGSVORSTAND DER DEUTSCHEN SEEWARTE.

ZWEI THEILE.

I. THEIL:
GESCHICHTE DER WETTERPROGNOSE.

MIT 12 HOLZSCHNITTEN.

STUTTGART.
VERLAG VON FERDINAND ENKE.
1885.

Druck von Gebrüder Kröner in Stuttgart.

DEM GEHEIMEN ADMIRALITÄTSRATH

HERRN PROF. DR. G. NEUMAYER

DIREKTOR DER DEUTSCHEN SEEWARTE

DEM BEGRÜNDER UND BEDEUTENDSTEN FÖRDERER DER AUSÜBENDEN WITTERUNGSKUNDE IN DEUTSCHLAND

ALS ZEICHEN

AUFRICHTIGER VEREHRUNG

GEWIDMET

VOM VERFASSER.

Vorwort.

Auf den ersten Blick mag dieser Versuch, eine Geschichte der Wetterprognose zu schreiben, seltsam erscheinen, da es sich hier hauptsächlich darum handelt, die vielen Irrthümer und Vorurtheile zu verfolgen, welche, den Fortgang der Wissenschaft hemmend, sich durch Jahrhunderte, ja Jahrtausende fortschleppten und sich vielfach bis auf unsere Zeit vererbt haben. Unbekannt mit den Schwierigkeiten, welche sich allen Bestrebungen entgegenstellten, klare Einblicke in den verwickelten Mechanismus der Witterungserscheinungen sich zu verschaffen, verlassen von allen zur exacten Forschung unbedingt nothwendigen Hilfsmitteln, versuchte man bei dem grossen Interesse und dem ausserordentlichen materiellen Nutzen, welchen die Vorausbestimmung des Wetters bot, dieses Problem nicht auf der sicheren Grundlage der Erfahrung, sondern von vorne herein durch Hypothesen zu lösen, wie sie nur einer zügellosen, durch den Zug nach dem Geheimnissvollen irre geleiteten Phantasie entspringen konnten, so dass jeder vorurtheilsfreie, wissenschaftliche Versuch erschwert und in Misskredit gebracht wurde. Noch ehe der Samen der echten wissenschaftlichen Forschung gelegt werden konnte, war das sich selbst überlassene Feld von Unkraut aller Art überwuchert

und wo sich die ersten Keime wahrer Wissenschaftlichkeit zeigten, wurden sie vom Unkraute nicht unterschieden und wenigstens an ihrer Weiterentwickelung gehemmt. Nur sehr langsam und mit vielen und langen Unterbrechungen konnte sich die meteorologische Wissenschaft entwickeln, nur allmählich, nach langwierigen und mühevollen Arbeiten gelang es endlich, Irrthümer und Aberglauben, welche durch Alterthum und Autorität sanctionirt waren, aus dem Bereiche wissenschaftlicher Forschung nach und nach zu entfernen. Aber selbst bei der Mehrzahl der Gebildeten dauern die uralten Ansichten, welche schon durch die Schriftsteller des Alterthums der Nachwelt überliefert wurden, noch fort. Insbesondere muss noch immer der Mond mit seinen wechselnden Gestalten die Veranlassung zu jeder Witterungsänderung geben. Es schien mir daher durchaus der Mühe werth zu sein, hier durch objektive Besprechung aller einschlägigen Untersuchungen den wahren Sachverhalt möglichst klar darzulegen, um so mehr, als noch gegenwärtig auf Mondeinfluss gegründete Wetterprognosen hier und dort aus verschiedenen Motiven sich breit machen. — Auch eine eingehende Untersuchung des Einflusses der Sonnenflecken auf die Witterungserscheinungen schien mir nicht überflüssig zu sein, um vor Allem ein Urtheil zu gewinnen, ob dieser Einfluss, soweit er durch die bisherigen Untersuchungen ermittelt werden konnte, derart ist, dass er den Wetterprognosen zu Grunde gelegt werden kann, wie von einigen Seiten behauptet wird, oder nicht. — Aber nicht minder fesseln die vielen offenbaren Irrthümer, in welchen die Wissenschaft in den verschiedenen Jahrhunderten befangen war, die Abwege, auf welchen sich der menschliche Geist verirrte, unser Interesse, und so erschien es lohnend, auch diese in den Kreis der Betrachtung

zu ziehen und zu untersuchen, welchen Quellen jene Irrthümer entflossen, und wie sie im Laufe der Zeit sich umgestalteten und nach und nach dem Lichte der Wissenschaft weichen mussten.

Vor Allem war es mir darum zu thun, in gemeinfasslicher Darstellung, soweit dieses ohne Beeinträchtigung der strengen Wissenschaftlichkeit geschehen konnte, alle Resultate, welche in der ausübenden Witterungskunde durch die bisherigen Untersuchungen zweifellos festgelegt sind, aus dem Wuste der meteorologischen Ueberlieferungen und Hypothesen möglichst scharf herauszuheben, die noch streitigen und noch einer späteren Entscheidung harrenden Lehren genau zu bezeichnen und die gegenwärtige Grundlage und die Zielpunkte der ausübenden Witterungskunde oder der Wetterprognose übersichtlich und klar darzulegen, ohne Uebertreibung nach der einen oder anderen Seite hin. Sollte mir dieses in Bezug auf den ersten Theil meiner Aufgabe gelungen sein, so hätte dieses Buch seinen Zweck erreicht, welcher darin besteht, den Wetteraberglauben so viel wie möglich einzuschränken und die Erkenntniss der Wahrheit, der wir alle zustreben, nach Kräften zu fördern. — Die diesem Buche noch anhaftenden Mängel dürften um so eher Nachsicht finden, als dieses der erste Versuch ist, die Entwickelungsgeschichte der Wetterprognose übersichtlich im Zusammenhange zu behandeln.

Ich ermangele nicht, Herrn Prof. Dr. Köppen für die gütige Zustellung einer nicht veröffentlichten Abhandlung über Wettertelegraphie, sowie für sonstiges liebenswürdiges Entgegenkommen bei dieser Arbeit besonders zu danken. Die jener Arbeit entnommenen Stellen sind (Seite 324, 326, 328, 334) durch Anführungszeichen hervorgehoben.

Auch dem Herrn Verleger statte ich für die gute Ausstattung dieses Buches und das stetige freundliche Zuvorkommen meinen besten Dank ab.

Schliesslich sei ausdrücklich bemerkt, dass **der Vergleichbarkeit wegen, alle Maassangaben auf Millimeter und Celsiusgrade reducirt sind.**

Hamburg, im Mai 1885.

Dr. J. van Bebber.

Inhalt.

Einleitung.

„Man erkundige sich um's Phänomen, nehme es so genau damit als möglich und sehe, wie weit man in der Einsicht und in praktischer Anwendung damit kommen kann." Goethe.

Der ausserordentliche Einfluss der Witterungserscheinungen auf die materiellen und geistigen Interessen der Menschen, die wunderbaren und scheinbar launenhaften Umwandlungen derselben, welche sich bald langsam und succesive, bald im grossartigen Kampfe der Elemente, unter dem Toben des Alles vor sich niederschmetternden Sturmes, oder unter dem Rollen des Donners und Zucken der Blitze vollziehen, bald feindlich, bald freundlich den menschlichen Bedürfnissen, mussten schon frühzeitig die Aufmerksamkeit und die Bewunderung der Menschen erregen und Bestrebungen wach rufen, das Dunkel, welches geheimnissvoll den Mechanismus der atmosphärischen Vorgänge umgab, zu lichten. Daher reicht die Geschichte der ausübenden Witterungskunde in die graueste Vorzeit zurück. Auf sie sind die Uranfänge der ganzen physikalischen Wissenschaft zurückzuführen, indem der Mensch in den Witterungsphänomenen zuerst physikalische Ercheinungen beachtete und zum Gegenstande seines Nachdenkens machte.

Und doch, so alt auch die Witterungskunde ist und so sehr auch aller menschliche Scharfsinn angestrengt worden ist, eine befriedigende Erklärung des Zusammenhanges der Witterungserscheinungen sich zu verschaffen, so dürfte es doch kaum einen Zweig der Naturwissenschaften geben, in welchem so viel Dunkelheit, Irrthum und Aberglauben geherrscht haben und noch herrschen, als in der Meteorologie.

Bis vor etwa zwei und einem halben Jahrhundert entbehrte die Meteorologie noch der zur exacten Forschung nothwendigen

Hilfsmittel, nämlich der Messapparate insbesondere für Luftdruck und Wärme, und erst spät konnte man daran denken, feste und wissenschaftlich genau definirte Zielpunkte für die Forschung festzulegen. Aber der Boden, auf welchem sich jetzt die ernste Wissenschaft entwickeln sollte, war für solche nüchterne Bestrebungen wenig geeignet, sondern mit Unkraut aller Art ganz überwuchert, welches durch die Länge der Zeit fast unvertilgbare Wurzeln getrieben hatte, so dass der Samen richtiger Forschung nur sehr langsam und spärlich aufkeimen konnte. Denn theils suchte man die den Witterungserscheinungen zu Grunde liegenden Ursachen ausserhalb der Erde, als in einer Zauberwelt, deren Symptome sich in unserm Erdenleben bemerkbar machen sollten, theils verzweifelte man überhaupt daran, Gesetze aufzufinden, die den Gang der Witterung regelten. Während daher die übrigen Wissenschaften fast alle Hand in Hand mit der fortschreitenden Cultur sich weiter entwickelten und sich nach und nach in feste Systeme einfügten, blieb die Meteorologie Jahrtausende lang in der ersten Kindheit und erst der allerneuesten Zeit war es beschieden, die scheinbar zur ewigen Unfruchtbarkeit verurtheilte Wissenschaft wieder zu beleben, mit neuer Empfänglichkeit zu beseelen und ihr eine den übrigen Wissenschaften ebenbürtige Stellung zu verschaffen.

Indessen werden wir über den langsamen Entwickelungsgang der Meteorologie nicht mehr so erstaunt sein, wenn wir bedenken, dass die Witterungsphänomene so ausserordentlich verwickelter Art sind, indem zu ihrem Zustandekommen und bei ihrem weiteren Verlauf viele Elemente in Wechselwirkung treten, und dazu noch in Regionen, welche unserer Beobachtung nicht, oder doch nur sehr schwer und indirekt zugänglich sind; ferner dass die Methoden, wodurch die Experimentalphysik so viele und grossartige Erfolge erzielte, in der Meteorologie fast durchweg nicht anwendbar sind, und endlich, dass die Ursachen, welche die Witterungserscheinungen bedingen, nicht auf beschränktem Gebiete zu suchen sind, sondern einen ausserordentlich grossen Wirkungskreis haben. Daher bedurfte es der unverdrossenen Arbeiten vieler ausgezeichneter Menschen und langer, Jahrtausende umfassender Erfahrung, ehe durch eine genügende Anzahl von Thatsachen das Fundament fertig gestellt werden konnte, auf welchem sich das Gebäude der Meteorologie sicher erheben konnte, ohne dass die Gefahr eines jähen Einsturzes befürchtet werden musste.

„Das Wetter, bemerkt Helmes [1]), ist jener ungeheure tausendgliedrige Riese, der mit seinem Leibe, dem Luftmeere, den Erdball umspannend, in einem und demselben Augenblicke hier in Wärme oder Kälte krampfhaft sich windet und die langen Glieder reckt, dort in Dürre lechzend brennt, oder in Nässe sein Wolkenhaar unbehaglich schüttelt; hier in Blitz und Stürmen rastlos zuckt, dort im blauen Aether still sich sonnt, und durch jede dieser Regung und Bewegung jedem anderen Orte der Erde ein anderes Theil seines tausendfältigen Riesenleibes und Riesenlebens offenbart. Und so leibt und lebt er zwischen der Erde und Sonne und dem hellen Himmelsraum, und keine Veränderung in allem diesem ist so klein, dass er sie nicht fühlte, nicht abspiegelte in der unendlichen Mannigfaltigkeit seiner Bewegungen, von denen jede zusammenhängt mit jeder, weil alle durcheinander geschehen an einem und demselben Leibe. Lange mag es noch dauern, vollständig wohl niemals gelingen, alle diese vielen und feinsten Bewegungen in so klarem Zusammenhange zu erkennen, dass sie in jedem besonderen Falle von einander abgeleitet, aus dem innersten Leben des gesammten Witterungsorganismus selbst im Voraus bestimmt werden könnten. Aber in welchem Maasse wir durch fortgesetzte Beobachtungen ein vollständiges Bild von dem Ineinandergreifen aller Theile des Ganzen erhalten werden, in demselben Maasse wird auch unsere Ueberzeugung von der unwandelbaren Gesetzmässigkeit des Verlaufs der Witterung, gleichwie jeder andern Erscheinung, befestigt und bestätigt sein.“

War es bei den aussordentlichen Schwierigkeiten, welche sich der erfolgreichen Erforschung der atmosphärischen Erscheinungen entgegenstellten, ganz natürlich, dass die Kenntnisse in der Witterungskunde einen nur sehr langsamen Fortgaug zeigen konnten, so trugen noch andere Umstände dazu bei, die Entwickelung dieser Wissenschaft zu verzögern, ja sie oft für längere Zeit ganz brach zu legen. Vor Allem war es das unselige Problem, die Vorausbestimmung des Wetters, welches früher der gesunden und naturgemässen Entwickelung der Meteorologie so verhängnissvoll entgegentrat und wodurch dieselbe in den Augen besonnener Männer so sehr an Ruf einbüsste. Obwohl dieses Problem schon vom grauesten Alterthume an unerschütterlich allen Angriffen widerstanden hatte, so gab es dennoch zu allen Zeiten viele, welche durch die verlockende Aussicht auf hohen Ruhm, mehr noch auf materiellen Gewinn, verleitet wurden, den sicheren empirischen

Boden zu verlassen, um mit einemmale die Schranken zu überspriugen, welche nur langsam der mühevollen Arbeit zu weichen pflegen.

Insbesondere lag der Gedanke nahe, die Witterungserscheinungen, deren periodischer Verlauf innerhalb des Jahres so sehr hervorstach, mit den Bewegungen am Himmel zu verknüpfen. Mit Recht wurde in erster Linie die Sonne als die Ursache der jährlichen Periode angesehen und ihre unzweifelhaften Einflüsse auf unsere Witterungserscheinungen durch Analogieschlüsse auch auf die übrigen Himmelskörper übertragen, und zwar um so mehr, als die ausserordentliche Mannigfaltigkeit der Bewegungen und Stellungen dieser Himmelskörper willkommene Erklärungsmomente abgaben für die ungewöhnlichen, unperiodischen Witterungserscheinungen, welche den regelmässigen Verlauf der jährlichen Periode häufig stören und aus der Bewegung der Sonne allein nicht verständlich schienen. Vorzüglich musste der Mond, der ja in seinen wechselnden Phasen den launenhaften Charakter unseres Wetters gewissermaassen symbolisirte, die Rolle eines Wettermachers übernehmen. Und wie leicht lässt sich nicht aus den verschiedenen Phasen und Stellungen des Mondes ein System von Wetterprophezeihungen zusammenstellen und so einrichten, dass dasselbe bei Vergleich mit den nachfolgenden Thatbeständen zur Zufriedenheit ausfällt, man braucht die Sache nur nicht so genau zu nehmen, auch das Widersprechendste lässt sich dann leicht mit der Theorie vereinigen. Dieser uralte Aberglaube, welchen die Schriftsteller des Alterthums in Prosa und Poesie der Nachwelt überliefert haben, dauert durch Alterthum und Mittelalter bis in die helle Zeit unseres Jahrhunderts ununterbrochen fort und die Prophezeihungen des 100jährigen Kalenders, die Bauernregeln, sowie alle anderen auf den Einfluss des Mondes und der anderen Himmelskörper aufgestellten Wettervorhersagungen, sind bleibende Monumente einer naiven Naturanschauung, die nicht der Erfahrung, sondern einer grillenhaften Willkür entspringt.

Waren auch mit Erfindung des Thermometers und Barometers und Einführung dieser Instrumente in die Wissenschaft die Bedingungen zu erfolgreichen Forschungen gegeben, so wirkte doch noch ein Umstand dem raschen Aufblühen der Witterungskunde sehr hemmend entgegen. Die Hoffnungen, welche man an den Erfolg der Anwendung der Messinstrumente in der Meteorologie knüpfte, hatten bald eine grosse Anzahl Beobachtungen in den verschiedenen Ländern hervorgerufen, allein diese Beobachtungen, mit

mangelhaften, nicht oder doch nur ungenügend verglichenen Instrumenten, nach meist willkürlicher Methode angestellt und der festen Zielpunkte entbehrend, waren mit einander nicht vergleichbar und daher wenig geeignet, Gesetze für die atmosphärischen Erscheinungen abzuleiten. „Der meteorologischen Armee," bemerkt de Tastes[2]), „haben nicht die Soldaten, sondern die Anführer gefehlt, nicht die Anzahl hat gemangelt, sondern die Organisation; der Eifer der Truppen bedurfte nur eines wissenschaftlichen Befehlshabers und eines tüchtigen Generalstabes. Die Elemente dazu waren in genügendem Maassstabe vorhanden, aber erst der neuesten Zeit war es vorbehalten, dieselben zu sammeln."

Aus diesen Erörterungen dürfte zur Genüge hervorgehen, dass die Witterungskunde sich nur sehr langsam und mit vielen Unterbrechungen aufbaute, und dass wir in der Entwickelungsgeschichte dieser Wissenschaft vielen Vorurtheilen und vielem Aberglauben begegnen werden, die, den Fortgang hemmend, von Generation zu Generation Jahrhunderte hindurch sich fortschleppen. Aber nichtsdestoweniger ist es eine interessante und die Arbeit lohnende Aufgabe, zu untersuchen, welche Umstände hemmend, welche fördernd auf das Wachsthum der Witterungskunde einwirkten, aus welchen Quellen, sowohl der Irrthum, als auch die ersten Keime richtiger Anschauungen über atmosphärische Vorgänge entflossen und sich mit dem Fortschreiten der allgemeinen Cultur weiter gestalteten, und wie allmählich der alte Aberglaube dem Lichte der Wissenschaft endlich weichen musste.

Jeder, welcher sich mit Meteorologie nur etwas eingehend beschäftigt hat, weiss nur zu gut, dass unsere Kenntnisse über den Zusammenhang der atmosphärischen Vorgänge noch sehr lückenhaft sind, und dass es noch langer und mühevoller Arbeit bedarf, allgemein gültige Gesetze für die Hauptwitterungsphänomene aufzustellen, so dass die jeweilige Wetterlage aus der vorhergehenden ursächlich abgeleitet werden kann; nichtsdestoweniger muss anerkannt werden, dass gerade in den letzten Decennien die Meteorologie verhältnissmässig ausserordentlich grosse Fortschritte gemacht hat, so dass wir jetzt zu der Hoffnung berechtigt sind, dass nach und nach das lang und heiss ersehnte Ziel, eine annähernd sichere Vorausbestimmung des Wetters auf kürzere oder längere Zeit voraus, erreicht werden wird. Dieser rasche Fortschritt erscheint uns viel bedeutender, wenn man ihn vergleicht mit dem schleppenden Gang der Wissenschaft vor unserm Jahrhundert, und es muss

daher das Studium der Entwickelungsgeschichte der Meteorologie dazu beitragen, den jetzigen Stand der Witterungskunde und die von einigem Erfolg begleiteten Bestrebungen, das Wetter nach wissenschaftlichen Grundsätzen vorauszusagen, in ein richtigeres Licht zu stellen, und die alten Vorurtheile zu bannen oder doch wenigstens zu beschränken.

Hauptsächlich aus diesem Grunde habe ich es unternommen, in grossen allgemeinen Zügen und in gemeinfasslicher Darstellung ein Bild über die Entwickelung der ausübenden Witterungskunde von ihren ersten Anfängen bis zur Jetztzeit zu geben, hieraus den Standpunkt klar zu legen, den diese Wissenschaft gegenwärtig eingenommen hat, und die Zielpunkte zu bezeichnen, nach welchen ihre Bestrebungen gerichtet sein sollen. Dabei fesseln die Hindernisse, welche die Wissenschaft in den verschiedenen Jahrhunderten zu beseitigen hatte, die Abwege, auf welche sich der menschliche Geist häufig verirrte, nicht minder unser Interesse, als diejenigen Meinungen und Ansichten, welche auf den wirklichen Fortgang unserer Wissenschaft einen entscheidenden Einfluss ausübten. Jene zeigen uns, dass der Weg zur Wahrheit kein gerader und geebneter ist, sondern dass derselbe durch vielfache Windungen und scheinbar unübersteigbare Hindernisse uns dem Ziele nur langsam näher bringt. Solche Betrachtungen sind für diejenigen lehrreich und zugleich mahnend, welche sich dem Studium der Meteorologie und speciell der praktischen Meteorologie widmen oder widmen wollen und schon aus diesem Grunde dürfen jene aus der Entwickelungsgeschichte der Meteorologie nicht ausgeschlossen werden.

Das Material, welches für alle diese Zwecke verarbeitet werden muss, ist ein ausserordentlich grosses, so dass die Aneinanderreihung aller Titel der Werke, welche auf dem Gebiete der ausübenden Witterungskunde geschrieben sind, schon einen stattlichen Band ausmachen würde. Dabei würde meine Arbeit nichts weiter als einen dürftigen Abriss von zusammengestellten Meinungen und Untersuchungen darstellen, die den Leser nur zu langweilen geeignet wäre, wenn ich Anspruch auf Vollständigkeit machen wollte. Aus diesem Grunde habe ich es vorgezogen nur die wichtigeren Momente hervorzuheben, welche den Stand und die geschichtliche Entwickelung der ausübenden Witterungskunde in den verschiedenen Zeitaltern charakterisirten. Ich habe die ausübende Witterungskunde fast ausschliesslich behandelt, weil ich glaubte, dass sie am meisten von allgemeinem Interesse ist und besonders für gemeinfass-

liche Darstellung sich eignen würde, ohne der strengen wissenschaftlichen Durchführung zu schaden.

Wer sich nur einigermaassen mit dem Quellenstudium irgend einer Wissenschaft beschäftigt hat, kennt die Thatsache, dass ungenügende Berichte oder Erzählungen, oder unrichtige Citate, einer unzuverlässigen Quelle entnommen, leicht von Buch zu Buch sich weiter fortschleppen und so leicht zu falschen Begriffen Veranlassung geben können, welches ein sehr verbreiteter Fehler ist. Daher wurde möglichst zu den Quellen selbst zurückgegriffen, die mir, Dank dem freundlichen Zuvorkommen mehrerer reichhaltiger Bibliotheken, in ziemlich grosser Anzahl zur Verfügung standen.

Die Meinungen und Ansichten über die den Witterungserscheinungen zu Grunde liegenden Ursachen können in zwei Gruppen geschieden werden, je nachdem man annimmt, dass das Wetter durch übernatürliche Kräfte und höhere Wesen willkürlich geregelt werde, oder dass dasselbe, wie alle übrigen Naturerscheinungen, ewigen unwandelbaren Gesetzen unterworfen ist, deren ungestörter Ablauf ebenso im Voraus erkennbar ist, als die einfacheren Naturerscheinungen, beispielsweise in der Bewegung der Himmelskörper, die sich auf Jahrtausende voraus mit Sicherheit vorhersagen lassen. In beiden Fällen kann die Ansicht bestehen bleiben, dass die Witterungserscheinungen einer weltregierenden Vorsicht entfliessen, nur mit dem Unterschiede, dass dieselben im ersteren Falle durch jedesmalige neue willkürliche Entschliessungsakte hervorgerufen werden, im letzteren die Aufeinanderfolge der Witterungsphänomene von vorne herein ganz bestimmten Gesetzen unterworfen ist und der Gang derselben nach ewigem Plane geregelt wird, so dass also die Gottheit als Naturgesetz, als die unabänderliche ἀνάγκη das Universum durchdringt. Es kann hier der Ort nicht sein, zu untersuchen, welche von diesen Anschauungen die richtige ist, und dieses lässt sich mit absoluter Gewissheit auch nicht feststellen, nur so viel steht fest, dass die erstere Ansicht in dem Maasse weichen wird, je mehr Einsicht in den Mechanismus der Witterungserscheinungen sich der menschliche Geist durch fortgesetztes Studium verschaffen wird, und dann ist es klar, dass jede Wissenschaft, welche Anspruch auf Fortschritt machen will, nothwendig unabänderliche Gesetze annehmen und jede Willkür ausschliessen muss.

Die Ursachen der Witterungserscheinungen können nach der zweiten Ansicht als ausserirdische oder als irdische gedacht werden.

In ersterer Beziehung war es der glänzende Sternenhimmel, dem sich namentlich das Alterthum und das Mittelalter mit grosser Verehrung zuwandte und in welchem so zu sagen, wie in einem grossen Buche, die Geschicke der Menschen und der Naturerscheinungen niedergeschrieben sein sollten, so dass der Wissende hieraus die Zukunft mit allen ihren Wechselfällen im Voraus ablesen konnte; in zweiter Beziehung sind die Ursachen aller Witterungserscheinungen in der Gesammtwirkung aller unserer Erde und speciell unserer Atmosphäre innewohnenden Naturkräfte zu suchen, auf welche von allen Himmelskörpern nur die Sonne einen merkbaren Einfluss ausübt.

Hiernach lassen sich alle Ansichten, welche bei der Entwickelungsgeschichte der ausübenden Witterungskunde in Betracht fallen, nach drei Hauptgesichtspunkten gruppiren: 1) Glaube, dass die Witterungserscheinungen durch höhere Wesen oder übernatürliche Kräfte willkürlich geregelt werden, 2) Glaube an einen unabänderlichen Zusammenhang des Wetters mit dem Lauf der Himmelskörper, und 3) Ansicht, dass den Witterungserscheinungen neben der Sonnenwirkung nur irdische Ursachen zu Grunde liegen.

I. Glaube an willkürliche Einflüsse höherer Wesen und übernatürlicher Kräfte auf die Witterungserscheinungen.

Die früheste Culturgeschichte der verschiedenen Völker kann zusammenhängende naturwissenschaftliche Erkenntnisse trotz der mannichfachen sagenhaften Ueberlieferungen nicht aufweisen, ebensowenig als diejenigen Völker, welche noch jetzt auf der niedrigsten Culturstufe stehen, ein Verständniss der sie von jeher umgebenden Naturerscheinungen haben. Erst als die Bedürfnisse der Menschen sich mehrten, als die Völker von dem Nomadenthum sich dem Ackerbau zuwandten und so feste Wohnsitze wählten, als sie so, auf immer engeren Raum beschränkt, grössere und vielseitigere Bedürfnisse fühlten und die Befriedigung derselben immer schwieriger wurde; da mussten die Kräfte des Geistes und des Körpers immer mehr angestrengt werden; der Mensch musste aufmerksam werden auf das Walten der ihm nützlichen und schädlichen Naturerscheinungen und sie zum Gegenstande seines Nachdenkens machen. Daher konnte es nicht fehlen, dass er sich durch aufmerksame Beobachtung und durch den rege gemachten Forschungstrieb, über gewisse Naturerscheinungen, welche mit seinen Bedürfnissen in nächster Beziehung standen, oder ihm besonders auffallend erschienen, besondere Erfahrungen machte, welche er mit der Zeit immer mehr bereicherte und nach und nach gewissermaassen einem Systeme einordnete. Auf diesem Boden der Erfahrung wäre die Witterungskunde langsam, aber ununterbrochen fortgeschritten, allein schon frühzeitig, ja von Anfang an, trat eine andere in der menschlichen Natur tief begründete Richtung auf, welche durch Jahrtausende hindurch sich breit machte und welche, die Keime richtiger Naturanschauung von Grund aus erstickend, den Gang der Wissenschaft so ausserordentlich gehemmt hat.

Unvermögend bei den ihn umgebenden Naturerscheinungen Ursache und Wirkung klar zu erfassen, und gewohnt die Aenderungen in der Körperwelt nur lebenden Personen zuzuschreiben, leitete die menschliche Einbildungskraft in ihrer unmittelbaren Anschauung alle Witterungserscheinungen von Wesen ab, welche sie schaffen und lenken, so dass also die Naturkräfte durch frei handelnde Wesen ersetzt wurden, welche den menschlichen Bedürfnissen wohlwollend und segenbringend oder aber schädlich und zerstörend waren. Es ist einleuchtend, dass diese Wesen übermenschliche Kräfte oder höhere Einsichten besitzen, ja dass diese Götter sein mussten, und so legte der Mensch diesen Eigenschaften bei, die den verschiedenen Naturerscheinungen entsprachen. Bei diesem Glauben verliess der Mensch den sicheren Boden der Erfahrung und indem er sich so dem zügellosen Spiele seiner Phantasie hingab, war ein Fortschritt in seiner Erkenntniss nicht denkbar.

„Die entferntesten Monumente der Geschichte,“ sagt Gren[3]), „belehren uns von dem Glauben an übernatürliche Kräfte, an den Einfluss böser und guter Geister und ihre unmittelbaren Einwirkungen in Hervorbringung von Phänomenen, deren Zusammenhang mit anderen man nicht kannte; ein Glaube, der schon früher stattfand, mit welchem die Geschichte aller Völker anfängt und der zu den wichtigsten Hindernissen gehört, welche die Naturwissenschaft fand.“

Bei allen Völkern des Alterthums treffen wir den Glauben an, dass die Witterungserscheinungen willkürlich von den Göttern geleitet werden. Wenden wir uns zunächst zu dem auserwählten Volke der Israeliten, nach deren Religionsansichten Jehova über alle Nothwendigkeit der Naturgesetze erhaben erscheint, der mit unbeschränkter Machtvollkommenheit und Willkür die Wetterphänomene lenkt und regiert. Dieser Macht bediente er sich, um den Menschen, je nach ihrem sittlichen Zustande, bald erquickenden Regen, bald versengende Sonnengluth, bald Segen und Fruchtbarkeit, bald die Strafgerichte der empörten Elemente herabzuschicken.

Alle Naturkräfte hat Jehova in seiner Gewalt: „Alles, was er will, macht der Herr, im Himmel, auf Erden, im Meere und in allen Tiefen, der Wolken hervorführt vom Ende der Erde, Blitze zu Regen macht, der die Winde hervorbringt aus seinen Schätzen.“ (Ps. 134, 6, 7.) „Er decket den Himmel mit Wolken und bereitet Regen der Erde. Er lässt Gras wachsen auf den Bergen

und Kräuter zum Dienste der Menschen, er giebt Schnee wie Wolle, streut Nebel wie Asche, er wirft seine Schlosse wie Bissen; wer kann bestehen vor seinem Froste; er sendet sein Wort und schmelzet ihn; es wehet sein Hauch und es fliessen die Wasser." (Ps. 146, 147.) „Feuer, Hagel, Schnee, Sturmwind richten sein Wort aus." (Ps. 148, 8.) „Durch seinen Befehl lässt er den Schnee herbeieilen und beschleunigt die Sendung seiner rächenden Blitze. In seiner Kraft macht er die Wolken, dass Hagelsteine hervorbrechen; vor seinem Angesichte beben die Berge und nach seinem Willen wehet der Südwind; die Stimme seines Donners erschüttert die Erde, des Nordwinds Wetter und der Wirbelwind. Wie die Vögel herabfliegen, sich zu setzen, so streuet er den Schnee und wie die Heuschrecken sich niedersetzen, so fällt er herab. Die Schönheit seiner Weisse bewundert das Auge und über seine Menge staunet das Herz; er schüttet Reif über die Erde wie Salz. Wenn der kalte Nordwind wehet, frieret das Wasser zu Krystall. Er verzehret die Berge, verbrennet die Wüste und vertilget wie mit Feuer das Grüne; ein herbeieilender Nebel heilet Alles wieder und ein von der Hitze herrührender Thau kommt, ihn zu demüthigen. Auf sein Wort legt sich der Wind und durch seinen Willen stillet er die Meerestiefe. Durch ihn kommt die Reise sicher an's Ziel und sein Befehl ordnet Alles; wollen wir auch viel sagen, so mangeln uns doch die Worte, aber unserer Rede Schluss ist: er ist in allen Dingen." (Ekkl. 43.) „Siehe, sagt der Prophet Amos, er bildet die Berge und schaffet den Wind, er verkündet dem Menschen sein Wort; er macht Nebel am Morgen und schreitet über der Erde Höhen." (Amos 3, 13.)

Diese Machtvollkommenheit über die Witterungserscheinungen wurde von Jehova häufiger benutzt, um seine Strafbefehle auszuführen. Indem er dem Noah befahl, in die Arche zu gehen, sagte er: „Noch 7 Tage, und ich will regnen lassen 40 Tage und 40 Nächte auf der Erde, und will jedes Wesen, was ich gemacht, von dem Erdboden vertilgen." (1. Mose 7, 4.) Wie Jehova sein Wort ausführte, ist bekannt.

Um seinen Befehlen mehr Nachdruck zu geben, drohte Jehova öfters mit Ungewitter, Dürre oder Ueberschwemmung, welche Drohungen zwar selten, aber in einigen Fällen dennoch ausgeführt wurden. Als Pharao sein Volk nicht ausziehen lassen wollte, liess ihm Jehova unter anderen Drohungen sagen: „siehe, ich will morgen zu dieser Stunde einen schweren Hagel regnen lassen, desgleichen in Aegypten

nicht gewesen, seit dem Tage, da es gegründet worden, bis jetzt." (2. Mose 19, 18.) Zur Vollstreckung befiehlt er Moses: „Strecke deine Hand aus gen Himmel, dass Hagel falle im ganzen Lande Aegypten auf Menschen und Vieh, und auf alles Kraut des Feldes im Land Aegypten. Und Moses streckte seine Hand gen Himmel und der Herr liess donnern und hageln und es fuhren Blitze hin und her zur Erde. Und der Hagel schlug im ganzen Land Aegypten Alles, was auf dem Felde war, vom Menschen bis zum Vieh; alles Kraut des Feldes schlug der Hagel und alle Bäume des Landes zerbrach er. Nur im Lande Gessen, wo die Söhne Israels waren, fiel kein Hagel."

Um die Gottlosigkeit seiner Bewohner durch gänzlichen Untergang zu züchtigen, sandte Jehova ein Erdbeben, welches die Städte Sodoma und Gomorrha zerstörte.

Als Jehova seinem Volke die Gebote gab, setzte er hinzu: „Wenn ihr in meinen Satzungen wandelt und meine Gebote haltet, so will ich euch Regen geben zu seiner Zeit und das Land soll sein Gewächs bringen und die Bäume sollen voll Früchte sein. Die Dreschzeit soll reichen an die Weinlese und die Weinlese an die Aussat." (3. Mose 26, 3—5.)

Aber gleich darauf droht er mit Nichterfüllung seiner Verheissung und mit Dürre und Unfruchtbarkeit, wenn seine Gebote nicht gehalten würden: „Wenn ihr mir nicht gehorcht, will ich um euerer Sünde willen euere Strafen siebenfach mehren und den Stolz euerer Halsstarrigkeit brechen. Und ich will euch von oben einen Himmel geben wie Eisen und eine Erde wie Erz. Vergeblich werdet ihr euere Arbeit anstrengen, die Erde wird kein Gewächs hervorbringen und die Bäume werden keine Früchte geben." (3. Mose 26, 18.)

Diese Drohungen, wurden erfüllt an Achab und seinem Volke, indem Elias den Himmel verschloss, so dass es in 3 Jahren und 6 Monaten nicht regnete (2. Könige 3, 17). Gott bestrafte die Juden wegen ihrer Sünden mit Dürre und Hungersnoth, welche wegzuflehen die Klagen des Jeremias nicht im Stande waren (Jer. 14, 15). Als die Juden den Tempelbau zur Zeit des Aggäus vernachlässigten, „verschloss Jehova den Himmel, dass er nicht thaue und die Erde, dass sie nicht sprosse und er rief Dürre hervor über Land und Berge etc." (Agg. 1, 10 ff.)

Dass aber auch Jehova unter Bedingungen seine Strafgerichte wieder zurücknahm, dafür spricht folgende Bibelstelle: „Und der

Herr erschien ihm (Salomo) des Nachts und sprach: ich habe dein Gebet erhört und diesen Ort mir auserwählt zum Opferhause. Wenn ich den Himmel verschliesse, dass kein Regen strömet, wenn ich den Heuschrecken gebiete, und das Land abfressen lasse, wenn ich Pestilenz unter mein Volk sende, mein Volk aber, worüber mein Name angerufen, sich bekehrt und zu mir flehet, und mein Angesicht suchet und Busse thut von seinen überbösen Wegen: so will ich erhören vom Himmel und gnädig sein ihren Sünden und ihr Land heilen." (2. Chron. 7, 13. 14.)

In Hinweis auf das Wohlwollen Jehovas ermahnt der Prophet Zacharias: „Bittet den Herrn um Regen zur Spätzeit und der Herr wird Gewölke machen und euch Regen genug geben zu allem Gewächs auf dem Felde." (Zach. 10, 1.)

Samuel bemerkt in seiner Rede vor Abtretung des Richteramtes: „Ist nicht jetzt die Weizenernte? Ich will aber zu dem Herrn rufen und er wird heute Donner und Regen geben und ihr sollet wissen und sehen, dass ihr ein grosses Uebel gethan vor dem Herrn, da ihr einen König über euch verlangtet. Und Samuel rief zu dem Herrn und der Herr gab Donner und Regen an demselben Tage." (1. Sam. 12, 17. 18.)

Ganz local konnte Jehova Regen und Dürre vertheilen, wie aus folgender Stelle hervorgeht: Als die Israeliten unter dem Propheten Amos, wegen ihrer Schwelgerei und ihres Götzendienstes hart gestraft wurden, sagte Jehova: „Ich hielt euch den Regen zurück drei Monate lang vor der Ernte, über eine Stadt liess ich regnen und über die andere Stadt liess ich nicht regnen; ein Stück ward beregnet und ein anderes, worauf ich nicht regnen liess, verdorrte. Ich schlug euch mit Glutwind und Getreidebrand." (Am. 4, 7.)

Auch zum Beweise der Göttlichkeit wurde die Gewalt über die Witterungserscheinungen angewandt. Um zu zeigen, dass Jehova und nicht Baal der wahre Gott sei, veranstaltete Ahab einen Wettkampf zwischen Elias und den Baalspriestern. Auf einer Anhöhe wurden zwei Stiere zur Darbringung eines Opfers auf die Altäre gelegt. Die Baalspriester umgingen betend und sich wie rasend geberdend die Altäre, ohne dass Baal ihnen Feuer zur Verzehrung des Opfers sandte. Als nun Elias an die Reihe kam, goss er Wasser auf den Altar und rief: „Erhöre mich Herr, damit dieses Volk erkenne, dass du, Herr, Gott bist und ihr Herz wieder herumgelenkt hast." Da fiel Feuer des Herrn herab und verzehrte das Brandopfer und das Holz und die Steine, auch den

Staub und leckte das Wasser, welches in dem Wassergange war." (1. Könige 18, 37—39.)

Aber nicht nur die regellosen launenhaften Witterungserscheinungen wurden durch das willkürliche Eingreifen Jehovas beeinflusst, auch solche Erscheinungen, deren regelmässigen unabänderlichen Verlauf man von jeher kannte, konnten nach Belieben von ihm abgeändert werden. Um Josua nicht an der eifrigen Verfolgung der Feinde seines auserwählten Volkes zu hindern, liess er die Sonne still stehen (Jos. 10, 12—14), eine Bibelstelle, die später im Mittelalter bekanntlich gegen das Copernicanische System ins Feld geführt wurde. Diese Stelle erinnert an Homers Ilias (II, 412):

„Zeus ruhmwürdig und hehr, schwarzwolkiger Herrscher des Aethers!
Nicht bevor lass' sinken die Sonn' und das Dunkel heraufziehn,
Eh' ich hinab von der Höh' gestürzt des Priamos Wohnung."

Als Ezechias krank wurde, kam Isaias zu ihm und sprach zu ihm: „so spricht der Herr: bestelle dein Haus, denn du wirst sterben. Da wandte Ezechias sein Angesicht zur Wand und betete zu dem Herrn. Da erging das Wort des Herrn an Isaias: gehe hin und sage dem Ezechias: also spricht der Herr: ich habe dein Gebet erhört und deine Thränen gesehen; siehe ich will 15 Jahre noch zu deinen Tagen thun. Das soll dir ein Zeichen von dem Herrn sein, dass der Herr das Wort thue, welches er geredet: siehe ich will den Schatten an den Linien des Sonnenzeigers Achaz 10 Linien, über welche er gelaufen, zurückgehen lassen. Und die Sonne ging um 10 Linien in den Graden zurück, die sie hinuntergegangen war." (Isaias 38, 1—8.)

Auch im neuen Bunde nehmen die Naturkräfte willig die Befehle Gottes an. Ein Stern zeigt den Weisen des Morgenlandes nach der niedrigen Hütte, wo der Erlöser geboren; und als dieser mit Hölle, Sünde und Tod am Kreuze ringend seine Seele aushaucht, da zieht zum Schauspiele der ganzen Welt die Sonne ihre Strahlen zurück, die Erde bebet, Todte stehen wieder auf.

Auf ein Wort Christi schweigt der heulende Sturm, die tobenden Meereswellen legen sich; über die Wasserfluthen wandelt er dahin. Die über Jerusalem verhängten Strafgerichte sagte er vorher und bezeichnete ihre Vorboten mit den Worten: „es werden geschehen grosse Erdbeben hier und dort, kommen werden Theuerung und Pest, Schrecken vom Himmel und grosse Zeichen." (Luc. 21, 11.)

Von den ältesten Zeiten der Christenheit bis zur Jetztzeit wird in der christlichen Kirche der Glaube festgehalten, dass die

Naturerscheinungen durch göttliche Vorsehung geleitet werden und ihr natürlicher Verlauf von dieser nach Willkür abgeändert werden kann. Daher wurden von Alters her von der Kirche Gebete, Litaneien und Bittgänge um günstige Witterung, um gesegnete Ernten etc. angeordnet und dabei namentlich die Fürsprache der Heiligen angerufen.

„Verschiedene Gesangbücher," bemerkt Kopp[4]), „z. B. das 1851 erschienene für das Grossherzogthum Hessen, das 1860 erschienene für das Grossherzogthum Baden enthalten Lieder, welche bei grosser Dürre, oder bei anhaltend grosser Nässe dem Flehen um Regen oder um Sonnenschein Ausdruck geben. Wo, wann und wie solche Lieder in Anwendung zu bringen seien, bleibt billig der Pastoralklugheit anheimgegeben. Dass aber in Beziehung darauf, wie derartige, die Witterung betreffenden Bitten vorgebracht werden, hier und da einige Aenderung im Vergleiche zu früher sich vollzogen hat, oder doch sich zu vollziehen auf dem Wege ist, mag hier noch kürzlich angemerkt werden. Bei dem Bewusstsein der Zusammengehörigkeit aller zum Deutschen Reiche Geeinten ist es auch nicht denkbar, dass jetzt noch in so partikularistischer Engherzigkeit wie früher in reussischen Landen gebetet werde:

,Herr Gott! gieb Regen und Sonnenschein
Auf Reuss-Schleitz, Greiz und Lobenstein;
Und wollen die Andern auch was ha'n,
So mögen sie's Dir selber sa'n.'

Und auch in Italien dringt jetzt ein wenig mehr Licht dahin, wo es vorher dunkel war. Die Zeit ist wohl gekommen oder doch nahe, wo man nicht mehr in der reizenden Gegend der Riviera di Ponente sich zwischen benachbarten Kirchspielen darüber streitet, ob die eigentlich importirte Madonna von Lampedusa zuverlässiger in Beziehung auf Fürbitte um Regen sei, als die Madonna della Guardia, oder nicht; und in dem südlichsten Theile Italiens kommt wohl auch bald das nicht mehr vor, dass ein Heiliger oder gar eine Heilige, wenn zur Fürbitte um Regen oder um Sonnenschein ohne Erfolg angerufen und desshalb der Lässigkeit verdächtig, einen Tag lang in die Sonne gestellt, oder ins Wasser gesetzt werden — glücklicherweise nur in effigie —, um selbst zu empfinden, wie das thut, für was es sich um Abhilfe handelt."

Es verdient bemerkt zu werden, dass noch am Ende des vorigen Jahrhunderts tüchtige und sonst vorurtheilsfreie Forscher auf dem Gebiete der Witterungskunde an dem Glauben der will-

kürlichen Einflüsse der Vorsehung auf unsere Witterungserscheinungen festhielten, obgleich schon lange der Bann der durch die Theologie beschränkten freien Forschung gebrochen war. Dieses hatte wohl hauptsächlich darin seinen Grund, dass alle Bemühungen, in das Geheimniss der Wetterwerkstätte einzudringen und namentlich die Witterung vorauszusagen, völlig vergeblich waren. Pilgram stellt in seinen Untersuchungen über das Wahrscheinliche der Wetterkunde, einem Werke, welches wir in den folgenden Erörterungen noch häufiger heranziehen werden, und welches mit ausserordentlicher Ausdauer und grosser Gründlichkeit geschrieben und noch jetzt lesenswerth ist, folgende Schlussbetrachungen an[5]):

„Wir durchgingen nun Alles, woraus man auf die Witterung etwas schliessen kann, durchsuchten alle Spuren einer Wahrscheinlichkeit, hielten bei den Hauptwettergattungen, längst verflossener Zeiten wie den jüngst verstrichenen, bei kurzen Veränderungen aber Beobachtungen mehrerer Jahre gegen einander, und was kann man zuletzt daraus schliessen? Dass der Winter kälter als der Sommer sei. Dieses ist das einzige, was sich mit einer Gewissheit bestimmen lässt, alles übrige geht nicht über die Grenzen einer zwar gegründeten, aber einer blossen Wahrscheinlichkeit . . . Es sind die Gegenstände der Wetterkunde so untereinander verflochten, und sie hangen von so vielen Zufällen und Nebenumständen ab, dass sie sich nie mit einer gesicherten Zuversicht vorhersehen lassen.

„Was lässt sich hieraus anders schliessen, als dass es dem allwissenden Schöpfer, der ebenso gross und anbetungswürdig im Kleinen als im Grossen ist, seine Gestirne, diese fürchterlichen Körper, gewissen und unveränderten Gesetzen, unsere Luft aber, diesen gegen jenen so unbeträchtlichen Theil der Schöpfung nur solchen Gesetzen zu unterwerfen gefiel, die er oft durch zufällige Umstände abändern lässt, oft selbst willkürlich, nach seinen unerforschlichen Rathschlüssen, abändert.

„Warum aber der Schöpfer von diesen Gesetzen zuweilen abgehe, oder vielmehr, durch zufällige Ursachen eine Abänderung geschehen lasse (denn, dass er zu seinen Absichten natürliche Mittel gebrauche, wussten wir schon längst), ersehen wir dorten deutlich, wo er uns seine Rathschlüsse aufzudecken pflegt, nämlich in der göttlichen Schrift. Sie beziehen sich auf diese zwei Gründe: er will gefürchtet, er will angebetet werden."

Wie die Israeliten, so übertrugen auch die heidnischen Völker in ihrer naiven Naturauffassung die Sorge um die Witterungs-

erscheinungen den Göttern. Bei den Griechen war der oberste der Götter Zeus auch der oberste Beherrscher des Universums mit allen seinen Naturkräften und also auch der Lenker und Regierer aller Witterungserscheinungen. Das Werkzeug seiner die ganze Welt beherrschenden Macht ist der Blitz. Wenn Zeus den Blitz mit der Rechten schleudert und mit der Linken die Aegis schüttelt, dann verbreitet er Furcht und Entsetzen unter die Sterblichen. Auf den geheiligten Bergesspitzen, insbesondere auf dem Gipfel der Lycäischen Berge, sammelt Zeus die Feuchtigkeit der Luft, ballt sie zur Wolke und lässt diese als erquickenden Regen über die schmachtenden Fluren herabfallen, wenn seine Priester an heiliger Quelle geopfert und mit ihrem Wasser einen Eichenzweig benetzt hatten. Daher wurde er von den Griechen auch der Wolkensammler (νεφεληγερέτα Ζεύς) genannt.

Als Lenker aller Weltbegebenheiten beherrscht er auch die Zukunft und kann also die kommenden Witterungsverhältnisse mit Sicherheit vorhersagen. Es standen die Orakel unmittelbar oder mittelbar unter seiner Leitung, die von den Menschen benutzt wurden, die Rathschlüsse des Zeus zu erfahren und hienach ihre Handlungen einzurichten.

Als, nach der Erzählung des Aeschylos, Prometheus den Drohungen des Zeus, dass sein Donner und der Keil seines Wetterstrahles den Fels, woran er geschmiedet, zerschmettern und mit ihm in die Finsterniss stürzen werde, wenn er ein verhängnissvolles Geheimniss seiner Mutter ihm nicht offenbaren wolle, eigensinnig Trotz bietet, da erbebt auf Zeus' Befehl die Erde, wild zuckt und zischet Blitz auf Blitz, Staub wirbelt auf vom Sturm gejagt und in tobendem Aufruhr, unter des Orkanes Geheul stürzet der Fels mit dem Titanen hinab in den Abgrund [6]).

Dem Zeus zur Seite steht eine ganze Schaar Götter, welche auf sein Geheiss und meist auch nach seinem Willen die Naturkräfte regieren. Diese Phantasiegeschöpfe sind zwar vollkommener und grossartiger als die Menschen, allein man dachte sich dieselben ausgestattet mit allen menschlichen Schwächen und Leidenschaften, unter sich und sogar mit Zeus in beständigem Kampfe liegend.

In dem Buche der Metamorphosen (I, 163 ff.) erzählt uns Ovid, dass Zeus, nach seiner Wanderung in menschlicher Gestalt unter den Menschen, beschlossen habe, das ruchlose Menschengeschlecht von der Erde zu vertilgen. In einer Götterversammlung

habe er, nachdem er dreimal und viermal das Haupt geschüttelt, mit dem er Erde und Meer und Gestirne beweget, die grausige Geschichte des Lykaon erzählt und seinen Entschluss den Göttern mitgetheilt. Als dieser gebilligt war, greift er schon nach seinen Blitzen, um sie auf die Erde zu zerstreuen, doch da er, sich erinnernd an einen alten Schicksalsspruch, fürchtet, der Aether möchte Feuer fangen und die Himmelsaxe verbrennen, legt er die Donnerkeile wieder bei Seite und beschliesst, durch die Wasser des Himmels das Vertilgungswerk auszuführen. Sofort verschliesst er die Winde, welche die Wolken verschlucken und den Himmel klären, in die Höhlen des Aeolos ein und lässt nur den regenbringenden Notos, den Südwind wehen. Der fliegt über die Erde mit feuchten Schwingen, das Haupt mit schwarzem Dunkel verhüllt, aus dem langen Bart und aus dem grauen Haar und Gefieder und Busen trieft die Fluth, und wie er mit der Hand die weit umher hängenden Wolken drückt, strömen unter donnerndem Brausen dichte Regengüsse vom Himmel. Iris, die Göttin des Regenbogens in schimmerndem Gewande, die sonst als Botin zwischen Himmel und Erde den Frieden in der Natur wieder herstellt, schöpft unaufhörlich Wasser und trägt es den Wolken als Nahrung zu. Da werden die Saaten niedergepeitscht vom Regenschwalle; die Hoffnung des Landmanns, die lange und harte Arbeit des ganzen Jahres liegt zerstört am Boden. Und der Zorn der Götter begnügt sich nicht mit den Wassern des Himmels: Zeus' Bruder, der Meergott, unterstützt ihn mit seinen Gewässern. Alle Flüsse ruft dieser zusammen und befiehlt ihnen: Brechet die Schleussen auf, öffnet die Wasserkammern und lasst euren Fluthen alle Zügel schiessen! Die Flüsse gehorchen und Poseidon selbst stösst mit seinem Dreizack in die Erde, dass sie erzittert und den Gewässern in ihrem Schoosse freie Bahnen lässt [7]).

Dass Zeus sich auch durch Gebete erweichen lässt, die Witterungserscheinungen nach dem Wunsche der Sterblichen einzurichten, geht aus der Geschichte des Aiakos hervor. Als in Griechenland eine schlimme Dürre eingetreten war, gab Zeus durch das Delphische Orakel zu erkennen, dass die Dürre enden werde, wenn Aiakos, der Liebling der Götter, zu diesen beten würde. Aiakos brachte dem panhellenischen Zeus ein Opfer, betete und alsbald liess Zeus reichlichen Regen auf die schmachtende Erde niederfallen. Auch später, als Hera auf den ihr verhassten Aiakos und seine Insel Aegina giftigen Pesthauch sandte, erhörte Zeus

des Aiakos Flehen und kündete die Erfüllung seiner Wünsche mit donnerndem Blitz und dem Rauschen der heiligen Eiche an [5]).

Achilleus bittet den Boreas und Zephyros (Ilias XXIII, 208 ff.) die Flamme am Scheiterhaufen des geliebten Patroklos zu entfachen und gelobt ihnen, heilige Opfer zu bringen:

„Da erhuben sich Jene
Rauschend mit wildem Getös' und tummelten reges Gewölk' her.
Bald nun erreichten sie stürmend das Meer, da erhob sich die Brandung
Unter dem brausenden Hauch und sie kamen zum scholligen Troja.
Stürzten sich dann in's Gerüst und es knatterte mächtig umher Gluth.
Siehe die ganze Nacht durchwühlten sie zuckende Flammen,
Sausend zugleich in das Todtengerüst."

Auch Opfer verlangten manchmal die Götter, um das Wetter zum Willen der Menschen zu lenken. Als die Griechen durch widrige Winde, welche Artemis Agamemnon zum Trotze geschickt hatte, von der Abfahrt abgehalten wurden, musste Agamemnon zur Sühne seine Tochter Ephigeneia zum Opfertode preisgeben (Eurip. Ephig. in Aulis).

Wie rein menschlich die Griechen ihre Götter sich dachten, geht deutlich aus den Erzählungen des Homer hervor, wonach die Götter sich gegenseitig bekämpfen und zu überlisten suchen und wonach die Geschicke der Menschen von den Launen der Götter abhängen. Im 20. Gesange der Ilias lässt Homer Zeus die Götter hinabschicken in die Heere der Troer und Achäer mit der Weisung:

„Beiden möget ihr helfen, wie Jedem das Herz es gebietet."

Dann erregt er furchtbare Kriegswuth und lässt zur Belebung der ganzen Scenerie von oben her gewaltig donnern, während unten sein Bruder Poseidon die Erde erschüttert, so dass selbst der Schattenfürst von seinem Throne bebend aufspringt.

Als Odysseus von Ogygia kommend, dem Lande der Phäaken sich näherte, erblickte ihn Poseidon, von dem Lande der Aethiopen heimkehrend und argwöhnend, dass die Götter jetzt anderes über Odysseus beschlossen hätten, sammelte er die Wolken und regte das Meer auf

„Mit erhobenem Dreizack; rief jetzt allen Orkanen
Aller Enden zu toben, verhüllt in dicke Gewölke
Meer und Erde zugleich; und dem düsteren Himmel entsank Nacht.
Unter sich stürmten der Ost und der Süd und der sausende Westwind,
Auch der hellfrierende Nord und wälzte gewaltige Wogen.

Odyssee V. Gesang 291 ff.

Und als Odysseus in verzweifelter Lage der Willkür der Wellen und des Wetters preisgegeben auf dem Meere umhertrieb, erbarmte sich seiner die hilfreiche Göttin zur See Leukothea gegen Poseidon, ihm einen vor Leid und Untergang schützenden Schleier reichend und Athene liess die anderen Winde verstummen und ihn durch einen frischen Nordwind dem Phäakenlande zutreiben.

Derselbe Zeus war auch bei den Römern der oberste Wettergott unter dem Namen Jupiter. Als Obergott beherrschte er sämmtliche Witterungserscheinungen, insbesondere Donner und Blitz, die wirksamsten Werkzeuge seines Zornes und der Alles beherrschenden Kraft. Von dieser Eigenschaft wurden ihm verschiedene Namen beigelegt, so Jupiter Tonans, Fulgurator, Fulminator, Elicius etc. Häufiger wurde er mit Scepter und Blitz abgebildet, welche Insignien seit der Zeit des Augustus auch öfters den Bildnissen der Kaiser beigegeben wurden. Auch Jupiter war es, welcher Wolken und Regen verlieh, der aber auch den Himmel aufheiterte und Licht spendete. Daher die Bezeichnungen Pluvius, Imbricator, Serenator, Lucetius.

Die Religion der Römer, deren eigentliche Stifter Romulus und Numa Pompilius waren, war ursprünglich hauptsächlich eine politische Einrichtung, ein mächtiges nationales Band der mannigfachen zusammengewürfelten Stämme eines kulturarmen Volkes, welche mehr durch die Furcht vor den die menschlichen Schicksale und die Naturkräfte willkürlich beherrschenden Göttern, als durch Gesetze in Schranken gehalten werden können. Gingen auch die religiösen Anschauungen unmittelbar aus der Mythologie der Griechen hervor, so hatte die Religion doch, abweichend von der griechischen, im Allgemeinen einen überaus ernsten Charakter.

Der vorhergenannte Stifter der altrömischen Religion, Numa, beredete sein Volk, dass er mit Jupiter selbst durch die Quellennymphe Egeria verkehre, welcher die Ruchlosen durch den Blitz bestrafe, und dass er von ihm die Macht erhalten habe, über diese furchtbare Waffe göttlicher Rache nach Gutdünken zu verfügen. So entstand bei den Römern der Cultus des Jupiter Elicius oder Donnergottes, dessen Vertrauten dazu begnadigt wurden, den Blitz vom Himmel zu holen oder ihn zu bannen.

„Nach den Ueberlieferungen der Annalen“, bemerkt Plinius[9]), „werden auch Blitze durch gewisse Opfer und Gebete entweder abgewendet oder herbeigerufen. So erzählt eine alte Sage Etruria's, man habe einen Blitz erlangt, als ein Ungeheuer, das man Volta[10])

nannte, nach Verheerung der Ländereien gegen die Stadt Volsinii selbst heranrückte; auch von ihrem Könige Porsenna sei einer herbeigerufen worden. Dass dieses auch schon vor ihm von Numa öfters geschehen sei, erzählt Lucius Piso, ein glaubwürdiger Schriftsteller, im ersten Buche seiner Jahrbücher; Tullius Hostilius jedoch sei, weil er es auf ungeschickte Weise nachgethan, vom Blitze erschlagen worden [11]). Auch haben wir zu diesem Zwecke Haine, Altäre, Opfer und neben dem Jupiter Stator, Tonans und Feretrius auch einen Elicius. Die öffentliche Meinung hierüber ist je nach der Sinnesart eines jeden verschieden. Zu glauben, dass Opfer die Natur beherrschen, ist Uebermuth, ebenso jedoch ist es Stumpfsinn, ihnen alle Kräfte zur Wohlthat abzusprechen. Ist doch die Wissenschaft hinsichtlich der Deutung der Blitze soweit gekommen, dass sie die Erscheinung einiger auf einen bestimmten Tag voraussagt, und ebenso, ob sie das Schicksal abwenden oder vorher änderen, noch unbekannte Geschicke enthüllen werden, indem für Beides unzählige Privat- und Staats-Erscheinungen vorhanden sind."

Hierauf bespricht Plinius weitschweifig die verschiedenen Gattungen der Blitze nach den abergläubischen Principien der Auguralwissenschaft. An einer anderen Stelle desselben Buches (Cap. 52) bemerkt er: „Die Schriften der Tusker schreiben 9 Göttern Blitze zu und zwar 11 Arten: Jupiter nämlich schleudere immer 3. Die Römer haben von diesen nur 2 Arten beibehalten; die am Tage schreiben sie dem Jupiter zu, die in der Nacht dem Summanus (Pluto); letztere sind gleichfalls der kühleren Luft wegen seltener."

Neptun war zunächst ein altrömischer Gott, welcher die Pferde unter seiner Obhut hatte; als die Römer in Besitz einer Seemacht gekommen waren und die Bekanntschaft mit der griechischen Mythologie gemacht hatten, übernahm er die volle Wirksamkeit des Poseidon.

Seltener mag es vorgekommen sein, dass die Menschen dem gewaltigen Donnerer Trotz boten, wie z. B. die Thrakier, welche nach Herodot (IV, 88) die Gewohnheit hatten, beim Gewitter Pfeile gegen den Himmel abzuschiessen, als Drohung gegen die Götter.

Bei den Indern war Indra der erstgeborene und mächtigste der Luft- und Lichtgötter; er wohnte jenseits des Luftkreises und beherrschte den Donnerkeil als furchtbarste Waffe. Er kämpfte mit dem gewaltigen Vritra, dem „Einhüller", der das Wasser in

die dunklen Wolken einhüllt und so den Feldern den Regen versagt. Indem er mit dem Blitze die Wolken spaltet, lässt er den Regen auf die Fluren herniederströmen, so dass jetzt die von den Bergen gefesselten Flüsse wieder frei werden. Seine Gehilfen sind die schnellen Winde, deren mächtigster Vaju ist; sie verscheuchen die Wolken am Morgenhimmel. Den Gewittern, die Indra erregt, zieht heulend Rudra, der Orkan voraus; dieser tödtet zwar Menschen und Thiere, aber er spendet auch befruchtenden Regen, den die bösen Geister den Menschen vorenthalten.

Trotz ihrer Unsterblichkeit hungerten und dursteten die Götter, und waren daher auf die Opfer der Menschen angewiesen. Das Hauptopfer war der aus einer Bergpflanze bereitete Somatrank, eine Leckerei der Götter, welche sie nährte und kräftigte, und deren Wirkung die Götter nicht widerstehen konnten, so dass sie den Opfernden ihr Wohlwollen und ihren Beistand nicht versagen konnten. Das Recht, in direkten Verkehr mit den Göttern zu treten, gebührte nur gewissen Familien, die das Geheimniss besitzen wollten, ihren Opfern und Gebeten eine für die Götter unwiderstehliche Wirksamkeit zu verleihen. Aus diesen gingen die Brahmanen hervor, welche die Religion nach und nach zu ihren Gunsten umgestalteten. Diese erfanden einen neuen Gott, den Brahmanaspati, den Herrn des Gebetes, welcher über den Göttern stand und diese zwang, die betenden Brahmanen zu erhören. Brahma ist die Urquelle, der jedes lebende Wesen entfliesset, er ist die Seele, welche als etwas Unvergängliches alle Naturerscheinungen durchdringt, kein persönlicher Gott, sondern ein rein abstraktes Wesen.

Die Brahmanenlehre, in ihrer ersten Entwickelung, war für das Volk, unfasslich, und so wandte sich dasselbe wieder zu seinen alten Göttern, deren Wesen seinem Verständnisse viel näher lag. Im Dekan, wo die Fruchtbarkeit des Landes und daher auch die Wohlfahrt des Volkes an die regelmässige Wiederkehr der Regenzeiten geknüpft war, veehrte man den Rudra, welcher Wind, Gewitter und befruchtenden Regen brachte, dagegen in dem feuchten Gangesgebiete wählte man als Schutzgott Vishnu, den Gott des blauen Himmels und der blühenden Natur.

Der Cultus des Sonnengottes Ra war in Aegypten wohl der älteste und am meisten verbreitete und bildete die Grundlage der ägyptischen Götterlehre. Die ewig schaffende und ewig mit der Finsterniss kämpfende Sonne war in der That ein würdiges Bild

für den Gegensatz zwischen Leben und Tod, den nutzbringenden und schädlichen Kräften im Naturleben und ganz geeignet, als der Repräsentant des höchsten Wesens verehrt zu werden. Diesem Dualismus entsprechend wurden zugleich dem Menschen segenbringende und ihm feindliche Naturkräfte verehrt oder gefürchtet, welche, wie die Sonne in täglich sich erneuerndem Kampfe mit der Finsterniss, sich unablässig gegenseitig bekämpfen, wobei die feindlichen zwar auf kurze Zeit Sieger über die heilbringenden sind, aber die letzteren aus scheinbarer Vernichtung wieder zu neuem Leben und Glanz, aber auch zu erneutem Kampfe erwachen. Nachdem die Sonnenwende und die Ueberschwemmung in der Natur eingetreten, wird Osiris, die schaffende und beglückende Naturkraft, von dem bösen Bruder Typhon, dem Inbegriff aller verderblichen Naturkräfte und dessen 72 Genossen besiegt und erschlagen und seine Mumie in den Fluss versenkt, die dann Nil-abwärts ins Meer treibt. Typhon kommt zur Herrschaft, die durch Sonnenglut und Dürre gekennzeichnet ist. Unterdessen wächst Osiris Sohn, Hor, heran und überwindet den Typhon und seine Gesellschaft. Hierdurch ist der Sieg der Natur über Hitze und Trockenheit und das Wiederaufleben derselben nach der Ueberschwemmung charakterisirt.

Merkwürdiger Weise stand bei den Chaldäern der Mondgott Sin (der Herr der 30 Tage) über dem Sonnengott Samas, dem Schiedsrichter des Himmels und der Erde. Als Wettergott verehrten sie den Bin. Dieser ist der Beherrscher der Winde und der Ueberschwemmungen und führt als Zeichen seiner Herrschaft den viergespaltenen Blitz, abweichend von der Einrichtung der übrigen Völker, wonach die Gewalt über den Blitz nur dem Obergotte zukam. Er ist sowohl ein segenbringender als zerstörender Gott.

Bei den altnordischen Völkern finden wir die Einrichtung, dass nur dem höchsten Gotte Thor die Macht zuertheilt war, Blitz und Donner auf die Erde zu schleudern. Das furchtbare Werkzeug Thor's war der Donnerhammer (Miölnis), der, geschleudert, sein Ziel nie verfehlte und stets von selbst wieder zur Hand des Gottes zurückkehrte. Besonders bei Pest und Hungersnoth wurde diesem Gotte geopfert als Reiniger der Atmosphäre.

Auch die rohen Naturvölker der Jetztzeit glauben, dass die Witterungserscheinungen direkt unter der Leitung der Götter stehen. In Nordamerika hört der rothhäutige Indianer in dem

Rollen des Donners die Stimme des grossen Geistes. Die Bewohner des nördlichen Arabien beten um Regen, weil die Regenzeit hier unsicher ist, dagegen südlich vom 16° nördl. Breite in Südarabien hören die Regengebete auf, weil hier die tropischen Regen mit Sicherheit erwartet werden können.

Neben dem uralten Glauben, dass die Witterungserscheinungen von den Göttern willkürlich geleitet werden, war auch von Alters her die Ansicht sehr verbreitet, dass es gewisse geheimnissvolle Kräfte oder Wesen giebt, wodurch man gewisse Naturerscheinungen hervorbringen könnte, welche von den Göttern theils geduldet wurden, theils geduldet werden mussten. Der Ursprung dieses Glaubens lag in dem Menschen selbst und in seiner Beziehung zu den ihn umgebenden Naturkräften. „Die Erscheinungen“, sagt Lecky [12]), „welche sich am gewaltigsten dem Geiste des Wilden einprägen, sind nicht diejenigen, welche offenbar als die Folgen von Naturgesetzen eintreten und die allerwohlthätigsten Wirkungen haben, sondern diejenigen, welche unheilvoll und offenbar abnorm sind. Die Dankbarkeit ist minder lebhaft als die Furcht und der kleinste scheinbare Bruch eines Naturgesetzes macht einen tieferen Eindruck, als die vorzüglichste seiner Wirkungen. Wenn daher die erregenderen und schrecklicheren Naturerscheinungen dem Geiste nahe treten, wenn die tödtlicheren Formen von Krankheiten oder Naturerschütterungen das Land verwüsten, so schliesst der Wilde hieraus auf die kräftig beglaubigte Wahrnehmung der Gegenwart des Teufels. Im Dunkel der Nacht, inmitten der gähnenden Klüfte und des wilden Wiederhalls der Bergschlucht, unter dem Leuchten des Kometen oder dem feierlichen Düster der Sonnenfinsterniss, wenn Hunger das Land verheeret, wenn das Erdbeben und die Pest ihre Tausende hinweggerafft haben, in jeder Art Krankheit, welche den Geist lähmt und stört, in Allem, was bebefremdend, schauderhaft und tödtlich ist, fühlt er sich überwältigt von dem Uebernatürlichen. Ganz und gar allen Einflüssen der Natur ausgesetzt, vollständig unbekannt mit der Folgenkette, welche ihre mannigfaltigen Theile vereinigt, lebt er in beständiger Furcht dessen, was er für die unmittelbaren und eigenthümlichen Thaten des bösen Geistes hält. Da er sie fortwährend in seiner Nähe fühlt, sucht er naturlich mit ihnen in Verbindnng zu treten. Wird

er von einem grossen Unglücke heimgesucht, oder bemeistert sich irgend eine Racheleidenschaft seiner Vernunft, so versucht er, sich mit ihrer Macht zu wappnen und seine aufgeregte Einbildung überredet ihn bald, er habe seinen Wunsch erreicht. Wenn Fähigkeiten und Ehrgeiz ihn über die gewöhnliche Höhe stellen, so wird ihm dieser Glaube der bequemste Pfad zur Macht. Durch das Vorgeben, mit übernatürlichen Wesen in Verbindung zu stehen und ihre Macht in Händen zu haben, kann er einen fast unbegrenzten Einfluss auf seine Umgebung üben und unter Menschen, welche eine starke Neigung zum Glauben an das Uebernatürliche haben, reicht eine geringe Fertigkeit oder Bekanntschaft mit den Naturgesetzen hin, seine Absichten zu unterstützen."

Entsprechend der grossen Mannigfaltigkeit der wohlthätigen und schädlichen Naturerscheinungen, dem wunderbaren unerklärlichen Kampfe der segenbringenden mit den zerstörenden Naturkräften, dann aber dem fortdauerndem Widerstreite der guten und bösen Neigungen im Menschen selbst finden wir bei allen Religionen des Alterthums den Dualismus zwischen guten und bösen Geistern ausgesprochen. Insbesondere macht sich dieser Gegensatz deutlich in der Religion des Zoroaster, welcher etwa 1000 Jahre vor Christo lebte, dem Zend-Avesta. Ormuzd schuf die Welt und regierte sie mit seinen ihm untergeordneten guten Geistern. Als er die den Stoff bewegenden Kräfte aus nichts hervorbrachte, entstanden Wirkung und Gegenwirkung, und dieses hatte Widerstrebungen und Unordnungen zur Folge, als deren Repräsentant Ahriman, das Prinzip der Zerstörung, auftrat, welchem sich böse Geister zugesellten, die dem regelmässigen Gang der Naturerscheinungen sich widersetzten. Bis zu einer gewissen Zeit kämpfen die Geister des Lichts und der Tugend mit denjenigen der Finsterniss und des Lasters. Ormuzd lässt seine Sonne scheinen über die Erde und verleiht den Fluren befruchtenden Regen, dagegen Ahriman lässt die Stürme toben und bringt durch Frost und Sonnengluth Unfruchtbarkeit und Hungersnoth. Die Priester waren die Vermittler zwischen den Göttern und den Menschen und ihnen wurde die Macht zugesprochen, durch Opfer, Lieder, Beschwörungen, Amulette etc. die Götter zu zwingen, die Erscheinungen im Natur-, Menschen- und Geisterleben nach ihrem Willen einzurichten.

Die Lehren der Zend-Avesta gingen mit Modifikationen in das Judenthum und dann von diesem auch in das Christenthum über, so dass beispielsweise der jüdisch-christliche Satan aus dem

Ahriman Zoroasters entstanden ist. In dem ersten Jahrhundert des Christenthums erhielt die Lehre Zoroasters durch die Manichäer im Abendlande eine grosse Verbreitung. Wir wissen, dass Augustinus ihrer Lehre 7 Jahre lang angehangen hat, später aber ihr eifrigster Gegner wurde. Wurden auch die meisten Lehrsätze der Manichäer durch die vereinten Anstrengungen des Staates und der Kirche nach und nach unterdrückt, so hatte diese Irrlehre dennoch den Erfolg, dass in der Kirche die Lehre vom Teufel und den bösen Geistern weiter entwickelt wurde und die Heiligen und Schutzengel immer mehr zur Geltung kamen. Später im 12. Jahrhundert brach die alte Manichäerlehre bei den Albigensern in wildlodernder Flamme wieder aus und wurde in einem furchtbaren Blutbade, dessen Opfer nach Hunderttausenden zählten, durch die Priester erstickt.

Während das Heidenthum aller Völker an die unheimliche und grausige Macht der Dämonen und ihrer Vertrauten, der Zauberer, glaubte, und sich überall von bösen Geistern umgeben dachte, finden wir bei dem auserwählten Volke der Israeliten die Religion vom Fluche des Dämonismus fast vollständig befreit. Zwar treffen wir bei den Israeliten hier und dort den Glauben an Zauberei und Magie und Beschäftigung damit an; so soll Salomo seine Zauberformeln und Zaubersprüche von Gott selbst erlernt haben, und von Manasse wird erzählt (2. Könige 21, 6), dass er Wahrsager und Zeichendeuter hielt; allein dieser Aberglaube kennzeichnet sich als eine von Aussen gekommene Beimischung des Jehovacultes, welcher mit dem heidnischen Unwesen völlig unverträglich ist; Moses fasst die Wahrsagekunst als einen Theil des Götzendienstes der umwohnenden Heiden auf und verurtheilt die Wahrsager, als im Widerspruch mit der geläuterten Religion, zum Tode (2. Mose 22, 18; 3. Mose 20, 6. 27).

Nichtsdestoweniger benutzten die Israeliten häufig die ausländische Wahrsagekunst und da nicht selten Könige hierzu neigten, so kamen die gesetzlichen Strafen wohl sehr selten zur Anwendung. Saul hatte zwar versucht, die Wahrsager auszurotten, allein später benutzte er selbst die Todtenbefragung. Später, beim Verkehr mit den heidnischen Nachbarvölkern, insbesondere mit den Babyloniern fand das Zauberwesen immer mehr Eingang, und die Dämonenlehre gelangte beim Judenthum immer mehr zur Ausbildung und wurde in der Kabbalah so zu sagen wissenschaftlich legitimirt. Zur Zeit Christi war der Dämonenglaube bei den Juden

vollständig zur Herrschaft gelangt, so dass man überall Besessene sah und zahlreiche Zauberer und Beschwörer das Land durchstrichen, die sich rühmten, die Dämonen bannen und austreiben zu können. Viel später waren die jüdischen Zauberer überall zahlreich vorhanden, insbesondere in Spanien, wo das jüdische Element unter der Bevölkerung sehr stark vertreten war. Auf der Synode von Elvira (305 oder 306 n. Chr.) wurde verboten, dass christliche Gutsbesitzer ihr Feld von Juden segnen liessen. Das geheimnissvolle Treiben und die Ausnutzung des Aberglaubens der Christen wurden bei den Juden noch gesteigert, als diese, von der Geselligkeit und dem öffentlichen Leben ausgeschlossen, auf gewisse Stadttheile (Judenviertel) beschränkt wurden [13]). Bei den Christen war die Existenz und die Wirksamkeit der Zauberer ausser allem Zweifel gesetzt und gewohnt, jedes aussergewöhnliche Ereigniss durch wunderthätige Ursachen zu erklären, kam man zu der festen Ueberzeugung, dass die Welt voll von boshaften Dämonen wäre, welche mit hoher Macht ausgestattet, in den Diensten derjenigen stünden, die nicht dem engeren Verbande der Kirche angehörten, zu deren Ausrottung die Bibel alle Mittel sanctionirte.

Sehr alt ist der Glaube an das Wetter- und Hagelmachen. Dieser Glaube, den wir sowohl bei den Griechen als auch bei den Römern zu allen Zeiten finden, scheint mit der Astrologie von den Chaldäern herzustammen. Moimonides sagt [14]), dass sich bei den Chaldäern zu der Astrologie noch die Magie gesellte, durch welche sie in der Natur bei einzelnen Menschen und in ganzen Ländern Wunder bewirken zu können glaubten, wie z. B. Hagel zu verhüten, Würmer aus den Weinbergen zu vertreiben, das Abfallen der Blätter zu verhindern u. dergl.

In Griechenland zogen fahrende Wunderthäter herum, die Kunst vorgebend, Sturm und heiteren Himmel, Regen und Trockenheit, Unfurchtbarkeit und Unsicherheit des Meeres machen zu können. „Zu Cleone (Peloponnes)“, bemerkt Seneca (Quaest. natur. IV, 6 u. 7), „sind von Staatswegen χαλαζοφύλακες aufgestellt, Wächter über kommendes Hagelwetter. Es opferte jeder für sich, der Eine ein Lamm, der Andere ein junges Huhn. Natürlich nahmen dann jene Wolken alsbald eine andere Richtung. Wenn einer weder ein Lamm noch ein junges Huhn hatte, so stach er sich mit einem wohlgespitzten Griffel in den Finger und das war das Opferblut: und der Hagel wandte sich von dem Gütchen eines solchen nicht minder hinweg, als von denen, für welche er durch

grössere Opfer war erbeten worden. Es giebt manche, die wollen wissen, wie es sich damit eigentlich verhalte. Die Weisen sagen, es sei nicht möglich, mit dem Hagel einen Vertrag zu schliessen und den Witterungslauf mit Präsentchen abzukaufen, andere suchen im Blute eine grosse Kraft, Gewölke abzulenken, das Kürzeste wäre, wenn man sagte: es ist Lüge und leeres Geschwätz. Allein zu Cleone zog man diejenigen, denen das Amt der Gewitterwache übertragen war, zur Verantwortung: durch ihre Vernachlässigung hätten die Weinberge Hagelschlag erlitten oder wären die Saaten zu Grunde gegangen. Auch bei uns ist bei dem Zwölftafelgesetz das Verbot: es soll Niemand die Frucht eines Anderen verzaubern. Das noch in Unwissenheit befangene Alterthum glaubte, durch Zauber werden Wolkenbrüche sowohl herbeigeführt, als abgewendet, und doch ist die Unmöglichkeit davon so offenbar, dass deshalb sich Niemand an eines Philosophen Unterricht zu wenden braucht."

So sehr auch Seneca über diese Art von Zauber spöttelt, so war dieselbe doch bei den Römern in voller Ausübung und genoss überall Vertrauen, wie die obige Bemerkung Seneca's selbst beweist, dass die 12 Tafeln die Verzauberung fremden Eigenthums verbieten. Nach Plinius (Hist. nat. LXVIII, Cap. 2) ist es „nach einem auf dem Lande gültigen Gesetze auf vielen Gütern Italiens verboten, dass die Frauen auf der Landstrasse gehend Spindeln drehen oder sie überhaupt unbedeckt tragen, weil dieses alle Hoffnungen vereitle, besonders die hinsichtlich der Feldfrüchte."

Seit Jahrtausenden hatten die Völker unter der geheimnissvollen und grausigen Herrschaft der Dämonen gestanden, da kam von Morgen her die Botschaft, dass der Sohn Gottes in die Welt gekommen sei und diese von dem Fluche der dämonischen Gewalten erlöst und die Macht des Satans für immer gebrochen habe. Vom Christenthum erhielt der Glaube an die Dämonen in so fern eine Modification, aber auch eine Erweiterung, als nur das Christenthum von der Macht und dem Fluche des Teufels und der Dämonen erlöst war, dagegen der ganze heidnische Göttercultus mit dem Dämonismus identificirt wurde.

Die Kirchenlehrer leiteten die Existenz der Dämonen aus der altjüdischen Theologie ab (namentlich aus 1. Buch Mose 6, 1—4) und entwickelten die Dämonenlehre zu einem vollständigen Systeme. Hiernach sind die Christen gegenüber den Angriffen des Teufels und den Dämonen überlegen, aber mit desto grösserer Wuth kämpfen diese gegen die Kirche und erfüllen die Heiden mit teuf-

lischem Hasse gegen die Christen und veranlassen sie zu Christenverfolgungen, Ketzereien und Spaltungen. Da die Dämonen Feinde Gottes sind, sind sie auch Feinde des Menschengeschlechtes überhaupt. In allen zerstörenden Naturerscheinungen bringen sie Unheil; Misswachs, Dürre, Hungersnoth, Pest und andere Krankheiten ist ihr Werk und besonders gerne theilen sie ihre geheimen Kenntnisse gottlosen Weibern mit [15]).

Der grosse Kirchenvater Augustinus giebt ein klassisches Zeugniss für die Existenz der Dämonenlehre im 5. Jahrhundert, die die Mythologie des Heidenthums nicht auf Einbildung, sondern auf wirklichen Thatsachen beruhen lässt. Nach Augustinus können die Gottlosen unter Beihilfe der Dämonen wahrsagen, den Menschen allerhand Unheil stiften, Erntefelder zu ihrem Vortheil versetzen, Hagel und Unwetter machen.

Dementsprechend nahmen die ersten christlichen Kaiser ihre Stellung zu dem Dämonenthum. Indessen waren zunächst noch die Heiden zu mächtig, um ihren alten Aberglauben durch rücksichtslose Gesetze ausnahmslos anzugreifen, und daher beschränkten sich die ersten christlichen Kaiser darauf, nur jene Gesetze zu verschärfen, welche sich auf jene Magie bezogen, deren Ausübung dem öffentlichen und privaten Wohle nachtheilig war, dagegen waren gewisse magische Mittel, welche auf die Heilung von Krankheiten, Abwendung von Ungewittern von den Fluren abzielten, gestattet. „Nullis vero criminationibus“, heisst es im Cod. Just. (IX Tit. 18, 4) „implicanda sunt remedia humanis quaesita corporibus, aut in agrestibus locis innocenter adhibita suffragia, ne maturis vindemiis metuerentur imbres, aut ventis grandinisque lapidatione quaterentur: quibus non cujusquam salus, aut aestimatio laederetur, sed quorum proficerent actus, ne divina munera et labores hominium sternerentur.“

Viel härter waren die Maassregeln des Constantin gegen die Magie, indem er rücksichtslos ohne Ausnahme alles Weissagen und jede Zauberei, auch das Sturm- und Wettermachen verbot. Diese Strenge wurde von Julian (361—368), welcher der Magie zugeneigt war, und unter Valentinian I. (364—375) sehr gemildert, aber unter Theodosius wieder erneuert. So wechselten beständig die Gesetze gegen die Zauberei und nach und nach wurden die heidnischen Ansichten in den Städten beschränkt, während auf dem Lande der alte Heidenglaube mit seinen mannigfachen abergläubischen Gebräuchen fast unverändert fortdauerte.

Der heilige Agobert, Bischof von Lyon, welcher im 9. Jahr-

hundert lebte, sagt[16]): „In hic regionibus (Lugdunensis ecclesiae) paene omnes homines, nobiles et ignobiles, urbani et rustici, senes et juvenes, putant grandines et tonitrua hominum libitu posse fieri. Dicuunt enim mox, ut audierint tonitrua et viderint fulgura, *aura levatitia est.* Interrogati vero, quid sit aura levatitia, alii cum veracundia, parum remordente conscientia, alii autem confidenter, ut imperitorum moris esse solet, confirmant incantationibus hominum, qui dicuntur tempestarii, esse levatam et ideo dici levatitiam auram." Weiter in Cap. II. spricht Agobert von einer gefährlichen Gesellschaft in Frankreich, welche das Getreide nach dem Fabellande „Magonia" entführen sollte. Dabei spricht Agobert aus, dass alle Naturerscheinungen nicht in menschlichen Kräften, sondern in einer weltregierenden Vorsehung ihre Ursachen hätten, und dass die Thorheit der Menschen so weit gekommen sei, das zu glauben, was früher kein Heide geglaubt hat.

Karl der Grosse verbietet: „ne clokas babtizent, ne chartas per perticas appendent propter grandinem."

Im Volksglauben wurde der Teufel für den Beherrscher der Luft gehalten und als solcher beherrschte er die atmosphärischen Veränderungen und war die Ursache aller atmosphärischen Störungen. Während der Regen den Einflüssen Gottes zugeschrieben wird, so mussten Wind und Hagel in jedem Falle vom Teufel kommen, und wenn der Teufel Sturm und Hagel erzeugen konnte, so musste dieses auch in der Macht derjenigen stehen, welche mit dem Teufel in engerer Verbindung standen.

Als die germanischen Völker zum Christenthume bekehrt waren, dauerte wohl noch lange Zeit der heidnische Gottesdienst fort. So wurde das Wiederaufwachen der Natur im Ostarafest gefeiert, an welches Fest die Walpurgisnacht auf dem Blocksberge erinnert. Diese heidnischen Gebräuche, insbesondere aber die wilden Orgien, die dabei stattfanden, waren den frommen Bekehrern ein Aergerniss und wurden von diesen für Teufelswerk gehalten. Hauptsächlich war es das schöne, vom Teufel leichter verführbare Geschlecht, welches sich mit Wahrsagen, Arzneimitteln, Wettermachen und allerhand anderen Zaubereien beschäftigte. So entstand der Hexenglaube, welcher sich bis zum vorigen Jahrhundert erhielt und durch die Hexenprocesse zu einer traurigen Berühmtheit gelangte, welche den dumpfen Fanatismus unwissender und herrschsüchtiger Priester und der bethörten Menge charakterisirt. Ob das Cölibat, welches man früher für den höchsten Grad der Vollkommenheit hielt,

wenigstens theilweise damit in Zusammenhang gestanden habe, dass gerade die Frauen der Hexerei am meisten angeklagt wurden, wollen wir dahin gestellt lassen.

In Deutschland waren die beiden Dominikaner Jacob Sprenger und Heinrich Institor am Ende des 15. Jahrhunderts als Inquisitoren über das Verbrechen der Teufelszauberei bestellt und der Bischof von Strassburg angewiesen, diese auf jede Weise zu unterstützen. Diese beiden, insbesondere Sprenger, arbeiteten auf Grundlage der verhängnissvollen Bulle von Innocenz dem VIII. von 1484, summis desiderantes, ein vollständiges System aus, den sogenannten Hexenhammer oder „Malleus maleficarum, in tres partes divisus, in quibus concurrentia ad maleficia, maleficiorum effectus, remedia adversus maleficia, et modus denique procedendi ac puniendi maleficos abunde continetur. Coloniae 1489," ein Machwerk, barbarisch an Sprache, wie an Gesinnung, spitzfindig und unverständlich in der Argumention [17]). In dem zweiten Theil des Hexenhammers sind die Arten der Zauberei aufgeführt, darunter auch das Unwetter- und Hagelmachen und die von der Kirche empfohlenen Mittel zur Verhütung von derartigen Schäden.

In den Hexenprocessen werden diese Art Zaubereien häufiger erwähnt. In seinem Buche: „Einiges über Witterungsangaben" erwähnt Kopp, dass im Jahre 1584 die in Rostock als Hexe angeklagte Hagenmeister bekannt habe: „wenn sie einen Sturmwind habe erregen wollen, habe sie von dem Wasser, worin sie den Satan gebadet, in den Strand gegossen in Tausend Teufels Namen, und so den Teufel gezwungen, Brausen und Sturmwind zu erregen, und dabei habe sie den Namen des Schiffes genannt, welchem die Schädigung zugedacht war, doch habe mit ihrer Absicht ihre That die Leute auf dem Schiff nur schrecken, nicht umbringen wollen. In einem in Regensburg 1596 gedruckten Buche wird von 133 Unholden, die man an einen Tag verbrannt hat, gemeldet:

„Weiter habens bekend der Massen/ wie sie haben aussgehen lassen/ grausame Wetter und Wassergüß/ mit Hagel und mit Steinen/ großen Schaden gthan an Bäumen/ wol durch jhr Teufels Kunst."

1583 wurde in Wien eine 73jährige Greisin hingerichtet, welche nach der Tortur gestand, 50 Jahre lang das Wetter gemacht zu haben.

1613 wurden in Roermond im Limburgischen an 460 Hexen und Zauberer hingerichtet, weil sie wenigstens 1000 Menschen

umgebracht, vieles Vieh getödtet und an Ackerland, Feldfrüchten und Obstgärten unglaublichen Schaden gethan.

1659 erschien, mit Genehmigung des Bischofs von Bamberg, eine gedruckte Broschüre, worin unter Anderm gemeldet wird [18]):

„Darauf der 2. Cantzler und Doctor Horn, des Cantzlers Sohn, sein Weib und zwo Töchter, auch viele vornehme Herren und Rathspersonen, die mit dem Bischof über der Tafel gesessen, sind alle gerichtet und zu Asche verbrandt worden.

Und haben bekennet, daß sich ihrer über die eintausendzweihundert miteinander verbunden haben, und wenn ihre Teufelskunst und Zauberei nicht an den Tag kommen, wollen sie gemacht haben, daß in 4 Jahren kein Wein noch Getreydig im ganzen Lande gerathen wäre und dadurch viel Menschen und Viehe Hungers sterben und ein Mensch der ander fressen müsse.

Der eine Bürgermeister in der Langen-Gassen und der andere Bürgermeister Stephan Bawer, die haben bekennt, daß sie viel schreckliche Wetter und große Wunder gemacht, und viel Baum' im Wald und Feld aus der Erde gerissen und nicht anders vermeint, sie wollten das Wetter und den Wind so arg machen, daß es den Thurm zu Bamberg über den Haufen werfen soll."

Um ungefähr dieselbe Zeit, 1657, wurde von den Bürgern der kurmainzischen Stadt Amorbach der Oberamtmann Daniel von Frankenstein in stürmischer Weise gedrängt, alle Hexen, welche Fröste gemacht, und so die Weinberge zu Grunde gerichtet hätten, zu verbrennen; diese konnten nur durch das Eingreifen des Kurfürsten Johann Schönborn gerettet werden.

Abraham a Sancta Clara bemerkt, dass allerdings sehr viele Ungewitter, Schauer und Platzregen von natürlichen Ursachen kommen, doch glaubt er ganz fest, dass solche Uebel früher durch den Teufel und sein Hexengesinde herbeigeführt seien.

1666 wurde in München ein 70jähriger Greis mit glühenden Zangen gezwickt und dann verbrannt, weil er durch die Wolken fahrend Ungewitter machte, aber bei diesem Unwesen sei er nackt zur Erde gefallen, worauf man ihn ergriff.

50 Jahre früher wurden in Ungarn eine grosse Menge von Hexen und Zauberer verbrannt, weil sie ganz Ungarn und Siebenbürgen durch Hagel verderben wollten. Dieses Vorhaben kam folgendermaassen zu Tage: Ein kleines Mädchen sagte ihrem Vater, welcher über Dürre klagte, sie könne auf seinen Wunsch Regen und Hagel machen, welches sie von ihrer Mutter gelernt habe,

und liess sofort ein furchtbares Unwetter über die Weinberge des Vaters hereinbrechen, so dass der Besitz des Nachbars, wie es der Vater gewünscht hatte, verschont blieb. Der Vater zeigte die Sache bei Gericht an, worauf Mutter und Tochter festgenommen und, nach Nennung vieler Mitschuldiger, verbrannt wurden. „Die Sache war von höchster Gefährlichkeit," bemerkt der Berichterstatter, „weil, wenn man sie nicht entdeckt hätte, in kurzer Zeit von den Früchten und Reben in Ungarn und Siebenbürgen nichts übrig geblieben wäre."

In Schottland fanden die fürchterlichsten Hexenverfolgungen unter Jacob VI. statt, welcher sich einbildete, selbst fortwährend vom Satan geplagt zu werden. Die stürmische Seefahrt bei seiner Rückkehr von Dänemark gab Veranlassung zu einer der schauderhaftesten Proceduren in Schottland. Der Verdacht, den Wind erregt zu haben, fiel auf einen Dr. Fian, welcher, unter dem Vorsitze des Königs, den grausamsten Torturen ausgesetzt wurde, die wir hier nicht wiedergeben wollen. Trotz alledem „war der Teufel so tief in sein Herz gedrungen, dass er ganz und gar das leugnete, was er früher (bei der ersten Tortur) eingestanden hatte" und er wurde ohne Geständniss verbrannt [19]).

1728 wurden in Szegedin 6 Hexenmeister (darunter auch der 86jährige Stadtrichter) und 7 Hexen, nachdem sie in der Wasserprobe wie „Pantoffelholz" geschwommen, verbrannt. Ein Schusterjunge, welcher über Szegedins Weinberge heftiges Hagelwetter gemacht, hatte jene angegeben.

1766 schrieb der Augustinermönch und Professor der Theologie in München, Agnellus Merz, mit „Erlaubniss der Obern," dass die Vortheile der Hexen oder Unholde, die mit dem Teufel ein Bündniss geschlossen hätten, unter Anderem darin beständen, dass sie nach Belieben zum Schaden eines Anderen schädliche Stürme, Ungewitter, Hagel, Regengüsse in der Luft erregen dürften u. dergl.

In Tyrol sollen noch jetzt grosse Wetterschäden auf Dämonen und Hexen zurückgeführt werden, und da man in den Sturmwolken Dämonen vermuthet, soll diesen die Monstranz entgegengehalten werden.

In gegenwärtiger Zeit sind zwar die Hexenverfolgungen eingestellt, und die Zeiten, wo in allen Ländern Europas die Scheiterhaufen die Opfer des grausigen heidnischen Aberglaubens verbrannten, sind vorüber, allein der Wahn dauert noch fort, wir finden ihn zwar beschränkt, aber fast unverfälscht wieder in den niedersten Volks-

ist unschwer einzusehen, dass die Wirkungen der Sonne von der Stellung derselben zur Erde abhängig sind und diese Verhältnisse mussten denn auch für die übrigen Himmelskörper maassgebend sein.

Unter allen übrigen Gestirnen erschien der Mond als der bei weitem mächtigste Himmelskörper und sein eigenthümlicher Lauf und seine stetig wechselnden Phasen, welche die Launenhaftigkeit des Wetters gewissermaassen symbolisirten, mussten schon frühzeitig zu dem Gedanken führen, dass er zu den Witterungszuständen und ihrem Verlauf eine ganz besondere Beziehung habe. Auch die übrigen Himmelskörper, insbesondere die Planeten, konnten nicht ohne Wirkung auf die Witterung sein, und daher wurden ihnen von Alters her derartige Einflüsse beigelegt, und zwar um so mehr, als es nicht gelingen konnte, die Wirkungen von Sonne und Mond durch ein einheitliches Band zu verknüpfen und die Hinzuziehung der Planeten und Fixsterne der Phantasie einen unbegrenzten Spielraum gewährte, und gestattete, auf alle Fälle genügende Uebereinstimmungen herauszufinden.

Wäre ein solcher Zusammenhang nachgewiesen und dem Wesen nach bekannt, so wäre es auch möglich, das Wetter mit Sicherheit vorauszusagen, und gerade diese glänzende Aussicht war es, welche dem astrometeorologischen Glauben so grossen Vorschub leistete. Dazu kam aber noch, dass man den Einfluss der Sterne nicht allein auf die Witterung beschränkte, sondern auch, ja noch weit mehr, ihre Wirkung auf die Geschicke der Völker und den einzelnen Menschen ausdehnte, so dass dadurch das Verlangen noch reger wurde, den Schleier der Zukunft zu lüften.

So glich denn der glänzende, im Alterthum und Mittelalter so hoch verehrte Sternenhimmel einem grossen geheimnissvollen Buche, in welchem die Geschicke der Menschen mit allen ihren Wechselfällen und der wirre Verlauf der Naturerscheinungen mit wunderbaren Lettern eingeschrieben waren. Es lag in der Natur der Sache, dass der Mensch sich alle Mühe gab, diese Schrift zu verstehen und bei diesen trügerischen Versuchen wirkte Alles, was seine Phantasie erregte: Furcht, Hoffnung, religiöse Anschauungen, alte Ueberlieferungen, so dass bei allem diesem bunten Zauber sein nüchterner Verstand nicht aufkommen konnte.

Meistens beruhten diese wahnwitzigen Ideen auf Selbsttäuschung, welche theils aus dem Vertrauen auf die Vertreter dieser Lehre und auf die uralte Ueberlieferung selbst, theils aus der verlockenden Aussicht, in die Zukunft einzudringen, hervorging, aber vielfach

war es auch eigennütziger Betrug, welcher der Ausübung der geheimen Kunst zu Grunde lag und dem Fortbestehen und der Verbreitung dieses Glaubens so grossen Vorschub leistete.

Die Astrologie oder Sterndeutekunst beschränkte sich ursprünglich fast nur auf die Vorhersage der Geschicke ganzer Völker und der einzelnen Menschen (positive oder judiciale Astrologie), aber immer ging die Vorausbestimmung der Witterungserscheinungen nebenbei (natürliche Astrologie, Astrometeorologie) und letztere war im Mittelalter ganz besonders ausgebildet.

Es liegt in der Natur der Sache, dass die Astrometeorologie dem Fortschritte der Witterungskunde ausserordentlich geschadet hat, so dass wir schon aus diesem Grunde ihre Geschichte etwas eingehend verfolgen müssen, um so mehr als sich dieser Aberglaube wie ein unverwüstliches Unkraut bis zu unserer Zeit fortgepflanzt hat und immer noch auf dem Gebiete der ächten Forschung hier und dort von Neuem wieder aufkeimt, während er beim Volke fast unverändert feststeht.

Insbesondere war es der Glaube, dass der Mond unsere Witterungserscheinungen beherrscht, welcher nicht allein von Ungebildeten, sondern auch von der überwiegenden Anzahl der Gebildeten, ja selbst von sonst ausgezeichneten Forschern, mit rührender Innigkeit festgehalten wurde. Erst der neueren Zeit war es nach langen und mühsamen Anstrengungen möglich, diesen althergebrachten Aberglauben durch das Licht der Wissenschaft einzuschränken und zu zeigen, dass der Mond auf unsere Witterungserscheinungen einen ausserordentlich geringen, kaum festzustellenden Einfluss ausübt. Es dürfte sich empfehlen, diesen Arbeiten eine besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden.

Dementsprechend werde ich zunächst die Geschichte der Astrologie, speciell der Astrometeorologie im Allgemeinen und nachher die Mondmeteorologie insbesondere besprechen. Eine klare kurzgefasste Darstellung des wahren Sachverhaltes und der gesammten Literatur der Astrometeorologie giebt Siegmund Günther in seinem Buche: „Einfluss der Himmelskörper auf die Witterungsverhältnisse", Nürnberg 1884, eine Schrift, die wir zum Studium bestens empfehlen können und die auch uns für die Auffindung der Quellen manchen Dienst geleistet hat.

Die Grundlage, auf welcher die Astrologie von Alters her aufgebaut war und welche mit dem Fortschreiten der Zeit weiter ausgebaut wurde, bildeten die Aspekte, oder gewisse Stellungen, welche die Himmelskörper zu verschiedenen Zeiten zu einander einnehmen. Da die verschiedenen Planeten in ihren Bahnen ungleiche Winkelgeschwindigkeiten haben, so müssen dieselben bald sich einander nähern, bald sich von einander entfernen und also sehr verschiedene Stellungen zu einander haben. Für die Zwecke der Astrologie sind die wichtigsten:

1) Die Conjunction, oder Zusammenkunft (☌). Sie tritt ein, wenn zwei Himmelskörper gleiche Länge haben, d. h. zu gleicher Zeit durch denselben Meridian des Beobachters gehen. Sind Sonne und Mond in Conjunction, so haben wir Neumond, oder bei nahezu gleicher Breite der beiden Himmelskörper Sonnenfinsterniss.

2) Opposition, oder Gegenschein (☍), wobei beide Himmelskörper eine um 180° verschiedene Länge haben, d. h. gleichzeitig der eine Stern durch den oberen, der andere durch den unteren Meridian geht. Ist Sonne und Mond in Opposition, so findet Vollmond statt, oder wenn ihre Breite nur sehr wenig verschieden ist, eine Mondfinsterniss.

3) Trigonal, oder Gedrittschein (△), wenn zwei Sterne eine um 120° verschiedene Länge haben.

4) Quadratur, Geviertschein (□), wenn der Längenunterschied 90° beträgt. Bei Sonne und Mond: erstes oder letztes Mondsviertel.

5) Sextilschein (⚹), wenn die Längen um 60° verschieden sind.

Ausserdem gab es andere Aspekten, welche nebst ihrer Wirksamkeit in Kepler's „Harmonices mundi" aufzufinden sind. Die Conjunction des Jupiter und Saturn nannte man die grosse und fand diese im Anfange des Sternbildes des Widders statt, so hiess sie die grösste Conjunction, von denen die erste ungefähr alle 20, die letztere alle 800 Jahre eintraten. Beide galten als die Eintrittszeiten grossartiger Welt- und Naturbegebenheiten. Hierzu kamen noch die verschiedenen Häuser des Himmels, welche sich in die Ekliptik theilten und welche alle eine besondere Bedeutung in Bezug auf die in denselben stehenden Gestirne hatten. Es handelte sich weiter nur darum, alle durch Beobachtung und Rechnung gefundenen Zahlen und Werthe in ein vorgeschriebenes Schema zu bringen und hieraus konnten dann sofort die Weissagungen abgeleitet werden.

Dass man schon im frühesten Alterthume, so weit die Ueberlieferungen reichen, der Zusammenkunft der Planeten die grösste Aufmerksamkeit zuwandte, geht aus der Mittheilung Martini's [20]) hervor, wonach die chinesischen Beobachtungen eine Conjunction von 5 Planeten aufweisen, welche nach Kirch's Berechnung am 28. Februar 2449 v. Chr. stattgefunden hat [21]), welche Angabe mit denjenigen anderer Gelehrten übereinstimmt.

Die Anfänge der Astrologie fallen in das Dunkel der Vorzeit, was schon daraus hervorgehen dürfte, dass viele astrologische Vorausbestimmungen aus der Stelluug der Gestirne gegen den Horizont abgeleitet wurden, von demjenigen Kreise, mit welchem der Mensch zuerst bekannt werden musste. Ob Jehova Noah und seine Nachkommen länger habe leben lassen, als dieses jetzt den Menschenkindern zukommt, um ihr Leben zu nützlichen Entdeckungen in der Sternkunde anzuwenden, wie Flavius Josephus behauptet [22]), wollen wir dahingestellt sein lassen, um so mehr, als er am Schlusse desselben Capitels sagt: „Es steht aber einem Jeden frei, hiervon zu glauben und zu denken, was er will.“ Auch die Behauptung Baily's in seiner Geschichte der Astronomie des Alterthums, dass die Astrologie aus der Ansicht, dass die Sterne Einfluss auf die Jahreszeiten, Witterung und Fruchtbarkeit hätten, hervorgegangen sei, wollen wir nicht widerlegen, halten es jedoch für natürlicher, dass der Mensch die Bewegungen der Himmelskörper zunächst auf sich, sein Leben und sein Geschick, also rein subjectiv aufgefasst hat, und daran erst später das Geschick ganzer Völker und auch der Naturerscheinungen geknüpft hat.

Die alten Schriftsteller sind der Meinung, dass die Astrologie ihren Urspung bei den Chaldäern gehabt und sich von dort aus unter die übrigen Völker verbreitet habe. „Zu allererst,“ bemerkt Cicero [23]), „haben die Assyrier, durch ihre weiten Ebenen und Gefilde veranlasst, weil diese ihnen überall einen freien Horizont und einen unbeschränkten Blick auf den Himmel gewährten, die Bewegungen der Wandelsterne und ihren Lauf an den Fixsternen vorbei zum Gegenstande ihrer Beobachtungen gemacht, und dieselben aufgezeichnet und die jedesmalige Bedeutung für die Nachkommen aufbewahrt. Ein Volk aus jener Nation, die Chaldäer, bildete sich, wie man glaubt, durch lange Beobachtung der Gestirne, eine Wissenschaft, durch die es möglich wurde, einem Jeden sein künftiges Geschick und zu welchem Schicksale er durch die Geburt bestimmt sei, vorauszusagen.“

Ausführliches giebt uns Diodorus Siculus in seiner Geschichte (L. II, Cap. 30 u. 31): „Die Chaldäer behaupten, durch göttliche Vorsehung sei das All' geordnet und ausgebildet worden, und noch jetzt seien alle Veränderungen am Himmel nicht Wirkungen des Zufalls, auch nicht innerer Gesetze, sondern einer bestimmten und unwandelbar gültigen Entscheidung der Götter. Ueber Gestirne haben sie seit langer Zeit Beobachtungen angestellt, und Niemand hat genauer als sie die Bewegungen und die Kräfte der einzelnen Sterne erforscht; daher wissen sie auch Vieles von der Zukunft den Leuten voraus zu sagen. Am wichtigsten ist ihnen die Untersuchung über die Bewegungen der 5 Sterne, die man Planeten heisst. Sie nennen dieselben Verkündiger (ἑρμηνεῖς); dem, der bei uns Saturn heisst, geben sie, als dem ausgezeichnetsten, welchem sie die meisten und bedeutendsten Weissagungen verdanken, den Namen ‚Sonnenstern', die 4 anderen haben bei ihnen dieselben Benennungen, wie bei unseren Sternkundigen: Mars, Venus, Mercur und Jupiter. Verkündiger heissen die Planeten desswegen, weil, während die anderen Sterne von ihrer ordentlichen Bahn nie abirren, jene allein ihre eigene Bahn gehen, und eben damit die Zukunft andeuten und den Menschen die Gnade der Götter kund machen. Vorbedeutungen könne man theils an dem Aufgang, theils an dem Untergang der Planeten erkennen, manchmal auch an ihrer Farbe, wenn man aufmerksam darauf achte. Bald seien es heftige Stürme, was sie anzeigen, bald ungewöhnlich nasse und trockene Witterung, zuweilen Erscheinungen von Kometen, Sonnen- und Mondsfinsternissen, Erdbeben, überhaupt Veränderungen jeder Art im Luftraume, welche Nutzen oder Schaden bringen nicht nur für ganze Völker und Länder, sondern auch für Könige und sogar für gemeine Leute. Dem Lauf der Planeten seien 30 Sterne untergeordnet, welche ‚berathende Götter' heissen. Die eine Hälfte derselben führt die Aufsicht in dem Raume über der Erde, die andere unter der Erde; so überschauen sie, was unter den Menschen und was am Himmel vorgehe. Je nach 10 Tagen werde von den oberen zu den unteren einer der Sterne als Bote gesandt und ebenso wieder einer von den unterirdischen zu den oberen. Diese Bewegung derselben sei fest bestimmt und gehe regelmässig fort im ewigen Kreislauf. ‚Fürsten der Götter' gebe es 12, und jedem von ihnen gehöre ein Monat und eines der 12 Zeichen des Thierkreises zu, durch welche die Bahn der Sonne und des Mondes und der 5 Planeten

gehe. Von den Planeten aber gehe jeder seinen eigenen Weg, den er mit ungleicher, vielfach veränderter Geschwindigkeit und in verschiedenen Zeitabschnitten zurücklege. Diese Sterne seien es, die bei der Geburt eines Menschen den stärksten Einfluss auf seine glücklichen oder unglücklichen Begegnisse hätten; ihre Eigenschaften kämen hauptsächlich in Betracht, wenn man die Schicksale eines Menschen erkennen wolle. Ausser dem Thierkreis zeichnen sie noch 24 Sterne aus, von welchen die eine Hälfte in den nördlichen, die andere in den südlichen Gegenden steht; diejenigen darunter, welche sichtbar sind, rechnen sie zum Gebiet der Lebenden, die unsichtbaren aber, glauben sie, grenzen an das Todtenreich, und diese nennen sie ‚Richter des Weltalls'. Tiefer unten, als alle jene Gestirne, bewege sich der Mond; er sei der Erde am nächsten wegen seiner Schwere, und durchlaufe in kurzer Zeit seine Bahn, nicht als ob er sich am geschwindesten bewege, sondern weil er den kleinsten Kreis beschreibe . . . Die Erde sei hohl, behaupten sie und habe die Gestalt eines Kahns . . . von der Zeit, da sie zuerst angefangen die Gestirne zu beobachten, bis auf Alexander's Ankunft zählen sie 473 000 Jahre."

Nach Suidas (Advent. Mathem. L. V.) nehmen die Chaldäer eine Wechselwirkung zwischen den himmlischen und irdischen Dingen an, wodurch alles Gute und Böse verursacht werden soll.

Sextus Empiricus bemerkt über die Astrologie der Chaldäer (Lib. V.), dass die Sonne hauptsächlich am Tage das Regiment führt, unterstützt von Saturn, Jupiter und Mercur. Jupiter und Venus sind gutartig, dagegen böse Mars und Saturn, die Einwirkung des Mercur richtet sich nach seinem Zusammenwirken mit einem gut- oder bösartigen Planeten. Die Einwirkung der Planeten ist am grössten, wenn diese in ihren eigenen Häusern des Thierkreises stehen, so die Sonne im Löwen, der Mond im Krebs, der Saturn im Steinbock und Wassermann, der Jupiter im Schützen und den Fischen, der Mars im Widder und Skorpion, die Venus im Stiere und in der Wage, der Mercur in den Zwillingen und der Jungfrau [24]).

Nach dem Keilschrift-Werke „Numar-Bili" waren in Assyrien besonders der Mond, der Mars und die Venus die Ursachen der Witterungserscheinungen, wie sie auch die politischen und socialen Ereignisse regelten: „Wird der Mond von dichtem Gewölk verhüllt, so stehen Ueberschwemmungen bevor. . . Ist im Monat Ulul der Mars leicht sichtbar, so wird die Ernte des Landes gut sein

und das Herz desselben frohlocken . . Venus und Mars stehen in Opposition mit Mercur: der König von Akkad lebt lange und die Aecker des Landes blühen [25])."

Bei den Aegyptern, deren Religion Astrotheologie genannt werden kann, war einer eigenen Priesterkaste die Pflege der Astrologie anvertraut, welche hauptsächlich im Dienste der Medicin geschah. Die 4 Bücher der Horoskopen handeln von der Anordnung der Fixsterne, von dem Zusammentreffen der Sonnen- und Mondbahn, den Phasen des Mondes und vom Aufgange der Gestirne in Bezug auf die Sonne. Seit undenklichen Zeiten waren die Constellationen der Gestirne für jeden Tag des Jahres genau vorgezeichnet und dieses Material diente den Priestern zu ihren Weissagungen.

Von den Aegyptern ging die Sterndeutekunst zu den Griechen über und wurde hier weiter ausgebildet. Der erste Schriftsteller, welcher uns hier entgegentritt, ist der Askraeer Hesiodos, welcher ungefähr 1000 Jahre v. Chr. in Böotien lebte und sich daselbst mit der Weissagekunst und der damit verwandten Dichtkunst beschäftigte. Sein Werk „ἔργα καὶ ἡμέραι", Werke und Tage (Hauslehren) enthält unter Anderem eine Reihe von Anweisungen über Land- und Hauswirthschaft, Schifffahrt u. s. w. unter Hinweis auf den Auf- und Untergang gewisser Gestirne. Aus diesem Werke wollen wir hier einiges mittheilen, wenn es sich auch nicht direkt auf Astrologie bezieht (Buch II.):

„Wenn frühe die Pleiaden, des Atlas Töchter, emporgehen,
Dann sei der Ernt' Anfang; und des Saatpflugs, wenn sie hinabgehen."
„Wenn Orion nunmehr und Sirios mitten zum Himmel
Aufsteigt und den Arctur anschaut die rosige Eos;
Itzt dir, Perses, gepflückt die sämmtlichen Trauben und heimwärts!"
„Aber sobald nun
Auch Pleiad' und Hyade zugleich mit dem starken Orion
Untergehn; dann musst du des Saatpflugs wieder gedenken;
Zeit nun ist's: und das Jahr für den Landbau wäre geordnet.
Wenn du jedoch Schifffahrt durch stürmische Fluthen begehrest:
Siehe, sobald die Pleiaden, gescheucht vom starken Orion,
Abwärts flieh'n und sich tauchen in dunkelwogende Meerfluth;
Dann sind aller Orkan' aufsausende Wirbel in Aufruhr!"

Besondere Aufmerksamkeit widmet Hesiodos dem Monde, welcher nach ihm einen entschiedenen Einfluss auf alle irdischen Angelegenheiten, also auch auf die Witterungserscheinungen hat.

Eine Uebersicht des Hesiod'schen Mondkalenders werden wir noch weiter unten geben.

Thales von Milet (geb. um 640 v. Chr.) soll der Sage nach die Beziehungen der Sterne auf die Witterungserscheinungen so genau gekannt haben, dass er, schon vor der Blüthe der Oelbäume eine reiche Oelernte vorhersehend, alle Oelgärten von Milet und Chios wohlfeil gekauft und sie nachher um einen theueren Preis veräussert habe [26]).

Hippokrates (geb. um 460 v. Chr.) empfiehlt zur Beurtheilung der Beschaffenheit der Jahreszeiten und des kommenden Jahres den Aufgang und Untergang der Gestirne aufmerksam zu beobachten, insbesondere den Aufgang des Sirius und des Arcturus und den Untergang der Pleiaden. Von grosser Wichtigkeit ist die Beachtung der Jahreszeiten, namentlich der Zeiten der Sonnenwenden und Aequinoctien, an welchen man keine stark reizenden Arzneien geben, noch brennen oder schneiden darf; am schlimmsten aber ist die Sommersonnenwende und das Frühlingsäquinoctium [27]). Indessen scheint Hippokrates den oben genannten Sternen nicht eine astrologische Bedeutung beizulegen, wie manche glauben, sondern nur als die Merkzeichen des Ueberganges von einer Jahreszeit in die andere zu bezeichnen, wie es ganz ähnlich Aristoteles thut, wenn er die Zeiten des Auf- und Unterganges des Sirius als die Wendepunkte der Jahreszeiten im Sommer und im Winter bezeichnet.

Aristoteles (384—322 v. Chr.), der berühmteste Naturforscher des Alterthums, welcher uns zuerst eine Meteorologie gegeben, und seine Anhänger erklären sich entschieden gegen die Astrologie. Nach Aristoteles gehen die atmosphärischen Erscheinungen unordentlich und in regelloser Folge vor sich, im Gegensatze zu den regelmässigen Bewegungen der Himmelskörper.

Eine reichere Ausbeute bietet Aratos, welcher ungefähr um 280 v. Chr. am Hofe des Antigonos Gonata in Macedonien lebte. Seine hier in Betracht fallenden Schriften sind Φαινόμενα und Διοσήμεια, von denen die ersteren astronomische resp. astrologische Lehren, die andere Wetteranzeichen, von dem Aussehen der Sonne, des Mondes und der anderen Gestirne, von Thieren und anderen Dingen und Erscheinungen entnommen, entlehnt sind.

„Zeus selbst,“ sagt er in den Φαινόμενα, „hat durch die Anordnung der Gestirne uns Zeichen am Himmel gegeben, und für das ganze Jahr die Sterne so gestellt, dass sie dem Menschen an-

zeigen, was er zu gewissen Zeiten zu thun habe. Wenn z. B. die Sonne sich dem Löwen nähert, stürzen die brausenden Etesien auf das Meer, und die Schifffahrt mit Rudern ist nicht mehr an der Zeit; den Pleiaden befahl Zeus, Sommer und Winter, und das Beginnen des Pflügens anzuzeigen. Wenn der Sirius nicht mehr mit der Sonne zugleich aufgeht, so versagen die Bäume nicht. Er äussert sehr verschiedene Wirkung, wenn er durch alle Bäume dringt, befestigt die einen und verdirbt die ganze Rinde der anderen. — Die alte Nacht, betrauernd das Unglück der Menschen, gab am Altare denselben ein sicheres Zeichen des Sturmes und lehrt ausserdem noch andere Zeichen. Daher wünsche ich mir ja nicht, dass mir dieses Gestirn unumwölkt und glänzend erscheine in der Mitte des Himmels, sondern vielmehr von einer Wolke umhüllt. Fürchte unter diesem Zeichen den Südwind, bis du den heitermachenden Nordwind merkst. Den Orion erwartet der Schiffer, um ihm ein Maass für die Nacht und die Schifffahrt zu geben; denn überall weisen die Götter dem Menschen viele solcher Zeichen [28]).“

Die Schriften des Aratos erhielten bei den Römern vielen Beifall und wurden insbesondere von Cicero, Cäsar Germanicus, Vergil, Avienus und anderen in ausgiebigster Weise benutzt.

Cäsar Germanicus stellt Wetterprophezeihungen aus den Wirkungen der einzelnen Planeten auf je nach ihrer Stellung im Thierkreise. Vorhanden sind noch die Prognostica, welche sich auf die Stellung der Sonne, der Venus und des Mercur beziehen. Da diese die erste Urkunde darüber geben, wie man sich die Einflüsse der Planeten in den verschiedenen Zeichen des Thierkreises auf die Witterungserscheinungen dachte, geben wir sie hier nach dem Vorgange Siber's [29]) der Hauptsache nach wieder:

I. „Der Widder streut auf die trauernden Hügel tiefgehende, mit Hagel und leicht fallendem Schnee vermischte Wolken. Der Stier bringt Regen und erregt starke Winde. Jetzt schleudert Jupiter häufig seine Keule und der Aether ertönt heftig von den geschleuderten Blitzen. Die Zwillinge durchstreifen die Fluth mit leichten Winden und geben seltenen und wenigen Regen. Unter dem ruhigen Gestirne des Krebses wird alles milde. Trocken ist der Löwe, besonders wenn sein Herz erglüht. Die Jungfrau bringt Regen und Winde. Milder ist das Zeichen der Wage: kaum Thau fällt in ihm. Der Skorpion droht mit vielem Feuer des Himmels; der Regen kömmt seltener, die Felder liegen ruhig

und stürmische Winde erstarren oft am dichten Schnee. Im Schützen fällt wenig Regen. Der Steinbock verschont zwar mit anderen Uebeln, aber er bringt Kälte und Eis. Der Wassermann bringt Regen und in den Fischen vermengt sich Alles; das Meer wirft seine Wellen bis zum Himmel; häufiger Regen fällt und verdunkelt die Sonne; die Erde wird vom Hagel getroffen; Mauern von Schnee erheben sich.

Je nachdem ein Gott ein Zeichen beherrscht, enwickeln sich verschiedenartige Wirkungen. Unter Saturn erscheint Alles unkräftig zu sein; selten entstehet ein Blitz; er giebt trockene Winde, indem er den Regen bindet; der Regen verdichtet sich zu Hagel, löst sich in Schnee auf und die Winde werden frei. Er ist der mildeste der Planeten.

II. Die Sonne tritt in den himmlischen Stier mit dunklem Regen und Gewitter und bedeckt die Erde mit häufigem Hagel. In den Zwillingen mässigt sie das Jahr; wenn sie glänzt im Gestirne des brennenden Krebses, darfst du weder der Heiterkeit trauen, noch anhaltende Trübe fürchten. Nichts ist in diesem Gestirne zuverlässig, und die Kraft der brennenden Lichter mässigt das Jahr. Wenn sie weilet im Löwen, der Jungfrau und der Wage, werden die hängenden Wolken beständiger bleiben; auch wenn sie im Skorpion steht, ist dem Himmel nicht zu trauen: denn alles ist hier ungewiss. Jupiter überschüttet die Erde mit Regen, der Hagel fällt dicht und geballt und häufig donnert der Himmel. Wenn sie den Schützen betritt, fehlt es auf dem Lande nicht an Regen, auf dem Meere nicht an Winden; wenn sie das Zeichen des Steinbocks erreicht, so erschrecken Donner die Menschen. Der rauhe Wassermann verkündet kalte Stürme und es fällt Sturmregen und dichter Hagel.

Diese Zeichen wird dir der Hesperus geben, wenn er von den beiden Fischen zu dem Widder zurückgeht, wenn die Venus morgens am Himmel wandelt. Wenn der Hesperus die Sterne (am Abend) herbeiruft, wird die aufgehende Venus folgende Wirkungen hervorbringen: Im Frühlinge im Widder Sturm, Ungewitter, Wolken, Gewitterregen und Hagel, im Stier und in den Zwillingen veränderliches, unbeständiges Wetter. Wenn die Venus in die Sterne des weiten Krebses gelangt, wird der Welt Friede; keine schädlichen Sonnen brennen den Körper, keine düstern Gestirne ziehen die Glieder zusammen, milde Luft mässigt alles. Im Löwen mildert sie die brennende Sonnenhitze, in der Jungfrau wird es regnen

und donnern in der vollen Wolke durch den ihr eingeschlossenen Wind. Der Skorpion zieht im Herbst Regen an und stösst ihn ab, und die ersten Fröste der Wage sollen das Ende des Herbstes nicht überwältigen können. Ungeheuere Regengüsse strömen, wenn sie sich im Schützen befindet. Steinbock und Wassermann verursachen Unwetter und Hochgewitter; in den äussersten Sternen der Fische schwillt das Meer von Winden auf.

Wenn Mercur, aus den Sonnenstrahlen hervortretend, seinen gewohnten Lauf am Morgen durch die Gestirne macht, so bringt er im Widder starke Winde, Hagel ohne Unterlass und Regen, im Stier deutet er Hagel an. Die Zwillinge versprechen den Schiffern ruhiges Meer, und werfen Wolken und Unwetter, Hitze und Kälte durcheinander. Beständiger und sicherer tritt aber die Hitze ein, obschon der Favonius weht, wenn er vom warmen Sitze des grossen Löwen strahlt. Sobald er aber in die Jungfrau tritt, vermengt er Alles durcheinander, droht Regen, Hagel fällt überall und die Spitzen der Berge lösen sich los durch Regen. Im Schützen und Steinbock bringt er häufig Regen oder Hochgewitter. Wenn der Himmel heiter ist, bringt der Steinbock zwar keine Wolken, aber kalte Winde und Donner und in keinem Zeichen kann man mit mehr Gewissheit voraussagen, obschon sich in den Fischen dasselbe erkennen lässt, wenn der Mercur in ihnen aufgeht, was er der Welt bei dem Auf- und Untergange der Sonne bringt. Der ganze Frühling wird dann kalte Regengüsse geben, oft schneit es mit Donnner und die blühenden Saaten erliegen dem Hagelschlage, und der Himmel blitzt, wenn der Mercur in den Widder zurückgeht. — Wenn du weiter fragst, was der Stier, was die Zwillinge und was der Krebs bringt, so wirst du den Stier mit Hagel wüthen, und den Krebs und die Zwillinge nicht entgegenwirken sehen, wie es zu wünschen wäre. Der heisse Löwe befolgt die oben angegebene Bahn und wüthet durch seine Hitze; aber die Zwillinge stören mit Winde die Ruhe, und die wolkenbringende Wage wirket der Jungfrau entgegen; denn diese verkündet heiteres Wetter und Windstille auf dem Meere. Der Skorpion giebt selten Regen, aber treibt schwarze Wolken und Regengüsse, und bringt heftigen Donner, wenn er das helle Gestirn des Schützen berührt. Im Steinbock fällt immer leichter Regen vom Himmel. Aber der kalte Wassermann starret vom reissenden Euris (Ostwind), giebt Winterregen und erschüttert die Wolken durch Blitz und Donner, wenn anders die Anstrengung der Untersuchung mich nicht

täuschend irre geleitet hat. Gleiche nicht unzuverlässige Zeichen geben die Fische."

Vergil fordert in seinem Lehrgedicht vom Landbau (Georg I, 335) die Landleute auf, die Stellung der Planeten in Bezug auf die Witterung zu beachten:

„Dessen besorgt, erforsche der Monate Gang und der Sterne:
Wo der kalte Saturnus sich hingewendet am Himmel,
Welche Kreise verirrt das cyllenische Feuer (Sirius) durchwandere."

Dass auch Vergil den Glauben theilte, dass ungewöhnliches Aussehen der Sonne schlimme Ereignisse bedeute, dafür spricht folgende Stelle (Georg I, 463):

„Was mag die Sonne der Menschheit
Schuldigen? Jene hat oft die Gefahr des verborgenen Aufruhrs
Angesagt, und Verrath und heimlich gährende Kriege,
Jene blicke auch auf Roma nach Cäsar's Fall mit Erbarmung,
Als sie das strahlende Haupt in dunkle Bräune verhüllte
Und, wie vor ewiger Nacht, die frevelnden Völkern erschraken."

Denselben Fall besingt Tibull (II, 5, 75):

„Selbst den Gott der Sonne mit matt erdunkelndem Lichte
Sah das neblige Jahr schirren sein bleiches Gespann."

Die Wunderzeichen begannen nach Ovidius schon vor Cäsars Tode (Met. XV, 785):

„Auch Phöbos trauriges Bildniss
Bot ein gelb erblassendes Licht den bekümmerten Ländern. —
Nebligt war, und im Antlitz mit finsterer Bräune besprenget,
Lucifer; auch mit Blute besprenget der Wagen der Luna."

Die Wetterprophezeihungen des Columella, welcher im 1. Jahrhundert nach Christi lebte, gehen aus vom Auf- und Untergange, sowie von der Culmination der Gestirne, und indem diese als die Ursachen der Witterungserscheinungen angesehen wurden, so sind die Wetterprophezeihungen, ganz ähnlich denen unserer Kalender, mit einer Sicherheit ausgesprochen, die nichts zu wünschen übrig lässt.

„Diese Prophezeihungen," bemerkt er, „täuschten den Landmann nie, oder doch höchst selten." Von diesen Prophezeihungen wollen wir nachstehend eine kleine Probe geben [36]):

13. Januar: Windiges Wetter, Zustand ungewiss.
15. „ Ungewisses Wetter.
16. „ Die Sonne geht in den Wassermann, der Löwe geht morgens frühe auf; Südwestwind, zeitweise Südwind mit Regen.

17. Januar: Der Krebs geht nicht mehr unter: Winterwetter.
18. „ Der Wassermann fängt an aufzugehen: Südwestwind mit schlechtem Wetter.
19. „ Die Leyer geht Abends unter: Regenwetter.

Wie die Wetterpropheten der neueren Zeit, welche sich an den Mond und die Gestirne halten, empfiehlt Columella an einer anderen Stelle wohlbedächtig dem Landmann, die Prüfung nicht allzu genau zu nehmen, indem das zu erwartende Wetter immerhin um einen Tag früher oder später eintreffen könne.

Lucius Annäus Seneca, welcher zur Zeit Christi lebte, stellte alles das, was seine Vorgänger über meteorologische Dinge geschrieben hatten, in seinen Naturbetrachtungen zu einem Systeme zusammen, welches neben den Werken des Aristoteles Jahrhunderte lang als Quellenwerk benützt wurde. Im II. Buche (Cap. 11) spricht er sich über den Einfluss der Gestirne auf Witterungserscheinungen also aus: „Die Ursachen der Veränderung und Unbeständigkeit der Luft liegen zum Theile in der Erde, deren verschiedene Lagen nach dieser oder jener Gegend hin auf die Beschaffenheit der Luft grossen Einfluss haben, zum Theil aber in dem Lauf der Gestirne. Unter diesen kommt es am meisten auf die Sonne an. Nach ihr richtet sich das Jahr, und nach ihrer Wendung wechseln die Sommer und die Winter. Die meiste Einwirkung hat neben ihr der Mond. Aber auch die übrigen Sterne äussern ihren Einfluss sowohl auf den Erdboden, als auf die über der Erde gelagerte Luft und durch ungünstigen Auf- und Niedergang bringen sie, aufgeregt, bald Frost, bald Regen und anderes Ungestüm auf der Erde hervor.“

Eine umfassende Uebersicht über das Wissen seiner Zeit giebt Cajus Plinius Secundus (geb. 23 n. Chr.) in seiner Naturgeschichte, welche er mit eigenen richtigen Anschauungen und Irrthümern vermehrt. Dasjenige, welches er über die kosmischen Einflüsse auf die Witterung sagt, ist jedenfalls von solchem Interesse, dass wir es hier der Hauptsache nach wiedergeben wollen.

„Die Sterne, welche am Firmamente festhaften, sind nicht, wie der grosse Haufe glaubt, jedem Einzelnen von uns zugetheilt, die helleren den Reichen, die kleineren den Armen, die dunklen den Gealterten, und je nach den Schicksalen Jedes leuchtend, den Sterblichen beigeordnet, auch sterben die mit jedem Menschen entstandenen nicht mit ihm zugleich, noch deuten herabfallende an, dass irgend ein Leben erlösche. Der Himmel hat keine solche

Gemeinschaft mit uns, dass mit unserem Geschicke auch dort der Gang der Gestirne endete. — Das Wesen der die Welt einwebenden und mit diesem Gewebe verwachsenen Himmelskörper ist ewig dauernd; ihr Einfluss aber bezieht sich vorzugsweise auf die Erde. — Der Stern Saturnus ist von kalter und starrer Beschaffenheit und weit unter ihm ist die Kreisbahn des Jupiter. Mars ist der dritte; wegen der feurigen Nähe der glühenden Sonne erhält Mars eine hitzige Natur und bei der starren Kälte des Saturnus wird Jupiter, in die Mitte gestellt, durch beide gemässigt und daher seine Beschaffenheit gesund. Unterhalb der Sonne kreist die Venus. Unter ihrem Einfluss erzeugt sich Alles auf der Erde; indem sie nämlich bei ihrer doppelten Erscheinung befruchtenden Thau bringt, befördert sie nicht nur die Keimfähigkeit des Bodens, sondern erhöht auch die Empfängnisskraft aller lebenden Geschöpfe. In ähnlicher Weise durchläuft Mercur in noch engerem Kreise den Thierkreis, kommt aber jener weder an Grösse noch Einfluss gleich[31]).

„Aber am bewunderungswürdigsten ist der Mond, der der Erde am meisten befreundete Irrstern.“ (C. 4.)

„Dass Witterung und andere Dinge der Art theils bestimmte, theils zufällige oder noch unerforschte Ursachen haben, ist bekannt. Wie man die Wirksamkeit der Sonne in der Bestimmung des Jahres anerkennt, so hat auch jedes andere Gestirn seinen eigenthümlichen Einfluss und ist seinem besonderen Wesen nach wirksam. Einige bringen viele zu Flüssigkeit aufgelöste Dünste hervor, andere verdichten dieselben zu Reif, andere verbinden sie zu Schnee, andere lassen sie zu Hagel erstarren; andere bringen Wind, andere milde Luft, andere Hitze, andere Thau, andere strenge Kälte. Man darf aber die Sterne nicht für so klein halten, wie sie dem Auge erscheinen, indem keiner kleiner als der Mond ist, was sich aus der unermesslichen Entfernung erklärt. Jeder wirkt bei seiner Bewegung seinem Wesen gemäss, was vorzüglich die Vorübergänge des Saturn durch Regengüsse kundgeben. Und nicht nur die Wandelsterne haben diesen Einfluss, sondern auch viele Fixsterne, so oft sie durch Annäherung eines Planeten einen Anstoss erhalten oder durch das Aufprallen von Strahlen angeregt werden. Dergleichen Einflüsse beobachten wir deutlich an dem Gestirn der Ferkel, welches die Griechen mit dem Namen Hyaden (Regengestirn) bezeichnet haben. Einige üben solche Einflüsse auch für sich allein und zu bestimmten Zeiten, z. B. der Aufgang der Böckchen. Der Arcturus aber geht fast nie ohne stürmisches Hagelwetter auf (Cap. 39).

„Dass mit dem Aufgange des Nordsternes die Wärme der Sonne sich verstärkt, wer wüsste das nicht? Bei seinem Aufgange schäumt das Meer, der Wein wird unruhig in den Kellern, die Sümpfe gähren. Unzweifelhaft ist, dass die Hunde in dieser ganzen Zeit am häufigsten toll werden (Cap. 40).

„Selbst in einzelnen Theilen gewisser Gestirne liegt eine eigenthümliche Kraft, z. B. zur Zeit der Herbst-Tag- und Nachtgleiche und am kürzesten Tage, wo wir die Sonne durch Unwetter geschwächt sehen, was sich nicht nur durch Regen und Unwetter, sondern auch aus vielen Beobachtungen an unseren Körpern und bei der Landwirthschaft zu erkennen giebt. Schirmherr für Alles ist der weite, bei seiner unermesslichen Höhe in 72 Sternbilder getheilte Himmelsraum (Cap. 41).“

Den periodischen Wechsel der Winde bringt Plinius in Zusammenhang mit der Stellung der Sonne im Thierkreis und mit dem Monde. Der vierte Tag nach dem Neumond giebt uns Aufschluss darüber, welche Winde während des ganzen Monats kommen werden. Ferner führt Plinius einen Satz des Eudoxos an, nach welchem die Winde in ihrem Wechsel eine vierjährige Periode haben sollen. Diesen Satz dehnte Plinius auch auf das Wetter aus und setzte den Anfang dieser Periode im Schaltjahre fest, wenn der Nordstern aufgeht.

Von den Römern wurden die Astrologen chaldaei oder mathematici genannt. Im römischen Codex IX 18 „De maleficis et mathematicis“ heisst es: „Artem geometriae disci atque exerceri publice interest. Ars autem mathematica damnabilis interdicta est omnino.“ Indessen waren die römischen Kaiser anfänglich der Astrologie zugethan, und die Astrologen wurden hauptsächlich dazu benützt, den persönlichen Interessen der Kaiser oder der Politik zu dienen. So war der Astrolog Trasyllos ein beständiger Begleiter des Kaisers Tiberius. Nach dem Urtheile des Flavius Josephus (Jüd. Gesch. 18, 6) hielt er unter allen Kaisern am meisten die Wahrsagungen für glaubwürdig, und weil sie zuweilen eintrafen, so bediente er sich ihrer auch in Staatsangelegenheiten. Aber derselbe Tiberius vertrieb die Astrologen aus Rom, als die Gewinnsucht und Betrügerei bei ihnen immer mehr überhand nahmen und das Unwesen eine dem allgemeinen Wohl drohende Höhe erreichte. Solche Verweisungen wiederholten sich mehrmals; jedoch war der Erfolg nur ein vorübergehender, so dass Tacitus bemerkt, dass man diese gefährliche Menschensorte aus

Rom stets verbanne, jedoch sich nicht dauernd davon frei machen könne.

Der Grundidee des astrologischen Glaubens, dass die Vorgänge in der Natur und im Menschen- und Völkerleben ebenso unwandelbaren Gesetzen unterworfen seien, wie die nach unabänderlicher Ordnung sich bewegenden Himmelskörper, und den Gestirnen das ewige Gepräge der göttlichen Vorsehung aufgedrückt sei, steht im schroffen Gegensatze die Lehre der Kirche gegenüber, welche neben einer allgemeinen Vorsehung auch eine specielle, willkürliche annimmt, indem alle Weltbegebenheiten, die Schicksale des einzelnen Menschen und der Lauf der Naturerscheinungen nach weisen Zwecken fortdauernd der Einwirkung Gottes unterworfen sind. Der Glaube an diese specielle Weltregierung war immer der Hauptgegensatz zwischen Christenthum und Heidenthum, und diesen Glauben, der ja allerdings in dem Vertrauen auf einen mächtigen und wohlwollenden Fürsorger dem Menschen in bedrängter Lage Trost und Erquickung spenden kann, obgleich er gerade nicht in der würdigsten Vorstellung von Gott wurzelt, suchte man mit allen Mitteln zu befestigen. Daher trat auch das Christenthum dem astrologischen Aberglauben mit allem Ernste entgegen.

Clemens von Alexandrien sieht die Astrologie als eine Verachtung der unablässigen Vorsorge Gottes an. Origines hält folgerichtig den Gebrauch des Gebetes zu Gott für unvereinbar mit den Ansichten der Astrologen. Auch Augustinus und andere Kirchenväter waren eifrige Bekämpfer der Astrologie. Im Codex werden die Sterndeuter den Verbrechern, maleficis, gleich gestellt.

Im Abendlande hätten die astrologischen Bestrebungen niemals eine so weite Verbreitung gefunden, wie es in der That der Fall war, wenn sie nicht von einem Volke aufgefrischt worden wären, welches von jeher die Astrologie mit der grösten Leidenschaft getrieben hatte. Das Volk der Araber war erobernd westwärts vorgedrungen und hatte sich der ganzen pyrenäischen Halbinsel mit Ausnahme Asturiens bemächtigt. Nachdem etwa am Ende des 8. Jahrhunderts die wilde, von Mahomet eingeflösste Eroberungssucht sich gelegt hatte, erwachte bei den Arabern der Sinn für die Wissenschaften. Diese fanden eine Pflegestätte an den Höfen der Kalifen und Fürsten und verbreiteten sich von dort aus in immer weitere Kreise. Wie für den Orient Bagdad, so bildete für den Occident Cordova den Mittelpunkt der Gelehrsamkeit, wohin, vom Anfange des zehnten Jahrhunderts an, aus dem ganzen christlichen Europa viele hinreisten,

um hier die von den Arabern gesammelte und erhaltene Weisheit des Alterthums, zu studiren; und so konnte es nicht ausbleiben, dass neben den klassischen Wissenschaften auch die astrologischen Ansichten der Araber in den Collegienheften nach der Heimat wanderten und hier weitere Verbreitung fandea.

Es sind uns mehrere Schriften von den Arabern erhalten, woraus hervorgeht, dass bei ihnen die Astrologie in Verbindung mit der jüdischen Magie zu einem vollständigen Systeme ausgebildet war. Wie sehr die Astrologie mit der Astronomie bei den Arabern verschmolzen war, geht aus der bekannten Erzählung hervor, dass, als Alfons X. von Kastilien zur Einführung der Astronomie in seinem Staate mehrere gelehrte Araber aus Sevilla, Toledo und Cordova berief, sich alle diese mehr als Astrologen, denn als Astronomen herausstellten.

Von den arabischen Astrologen heben wir hier hervor Aben-Ragel, welcher im 9. Jahrhundert unter dem Kalifen Al-Mamun lebte, und welcher 8 Bücher über den Einfluss der Gestirne hinterlassen hat [32]), und Alcabitius (eig. Abd-el-Hazis Al Cabiti) in der Mitte des 10. Jahrhunderts lebend [33]).

Im Jahre 1179 schickten die orientalischen Astrologen aller Confessionen überallhin die Mittheilung, dass nach 7 Jahren, nämlich im Jahre 1186, die Welt durch furchtbaren Sturm und Gewitter zu Grunde gehen sollte, welche Weissagung die Menschen nicht wenig in Schrecken versetzte [34]).

Im 14. und 15. Jahrhundert erreichte die Astrologie im Abendlande ihre höchste Blüthe und wurde insbesondere gehoben durch die Unterstützung hochstehender Astronomen, wie z. B. des Giovano Pontano (1427—1503) am Hofe der Könige Ferdinand I., Alphons I. und II., und Ferdinand II. von Neapel. Traten zwar die Anwendungen der Astrologie auf die menschlichen Angelegenheiten immer mehr entschieden in den Vordergrund, so wurden doch die Deutungen der Witterungserscheinungen fast ausschliesslich aus den astrologischen Lehren geschöpft.

Es ist fast unglaublich, wie zu einer Zeit, wo epochemachende Erfindungen und Entdeckungen den Fortschritt der Civilisation kennzeichneten, wo die Erfindung der Buchdruckerkunst, die Entdeckung Amerikas und die Auffindung von Seewegen nach Ostindien zu registriren waren, solche abergläubische Träumereien einen so allgemeinen und bestimmenden Einfluss auf alle öffentliche und private Angelegenheiten ausüben konnten. Fürsten und hoch-

gestellte Staatsmänner waren nicht selten von diesem Aberglauben in so hohem Maasse befangen, dass in alle ihre politischen Unterhandlungen und sonstige Unternehmungen die Hofastrologen sich einmischten, und so von diesen oft ganze Staaten regiert wurden. Selbst ausgezeichnete Gelehrte konnten sich von den astrologischen Irrlehren nicht befreien. So untersuchte der berühmte Mathematiker und Astronom Johannes Regiomontanus (1436—1476) in seinen Ephemeriden für 1499, welche Mondphasen zum Aderlassen am meisten geeignet, und welche Theile des menschlichen Körpers der Einwirkung der verschiedenen Zeichen des Thierkreises unterworfen sind.

Im Jahre 1488 (?) veröffentlichte der Astrolog Johannes Lichtenberger (1458—1510) die erste grosse Practica oder Prognosticatio [35]). Etwas später, 1508, erschien die erste „Pauren Pracktik" oder „Wetter-Biechlein":

„In diesem Biechlein wird gefunden der Pauren Pracktick vnnd regel darauff sy das ganz jar ain auffmerken haben vnnd halten. MCCCCCVIII."

Wer sich überzeugen will, wie ausserordentlich stark sich diese Art Literatur im Laufe der Zeit bis zum 17. Jahrhundert anhäufte, der möge den ausführlichen Literaturnachweis in Hellmann's „Repertorium der Deutschen Meteorologie" nachlesen: er wird jedenfalls mit Hellmann zu der Ueberzeugung kommen, dass jene Literatur den ausschliesslich astrologischen Standpunkt der Meteorologie in damaliger Zeit kennzeichnet. Die meisten Practika erschienen wahrscheinlich im Jahre 1597, für welches Jahr Hellmann nicht weniger als 20 angiebt.

Aus dem Anfange des 16. Jahrhunderts wollen wir noch die Prophezeihung erwähnen, durch welche sich der Tübinger Professor Justus Stöffler berühmt machte und die fast ganz Deutschland und Frankreich mit Angst und Schrecken erfüllte. Dieser prognosticirte nämlich auf den 2. Februar 1524 den Untergang der Welt durch eine Sintfluth, weil dann Mars, Jupiter und Saturn in dem wässrigen Zeichen der Fische in Conjunction treten würden. Diese Prophezeihung verursachte nicht geringe Unruhe, namentlich im südlichen Frankreich und Deutschland, wo man ernstlich daran ging, Boote zu bauen, die Wohnungen aus den Thälern nach den Bergen zu verlegen; ja der Präsident von Toulouse, Aurial, liess sich ein grosses Schiff nach dem Plane von Noahs Arche bauen. Der Februar kam heran, allein die Sintfluth blieb aus, statt ihrer kam grosse Trokenheit.

Von den Wetterbüchern, welche im 16. Jahrhundert erschienen, wollen wir hier nur einige anführen; 1510 veröffentlichte Leonardus Rynmann ein

„Wetterbiechlein vonn warer erkenntnuß des Wetters. Also das ein jeglicher/ er sey gelert od vngelert/ durch alle natürliche anzaigung/ die veränderung des wetters/ eygentlich und gründlich wissen und erkennen mag. Gezagen vnnd gegründt auß den Regeln der Hochberümpten Astrologen vnd darzu durch tägliche erfahrung bewert. ."

Aus der uns vorliegenden Ausgabe:

„getruckt zu Augspurg durch Hainrich Stainer/ inn dem Jar MDXXXVIII"

wollen wir einen kurzen Ueberblick des Inhalts hier wiedergeben[36]):

„Von den Circkeln/ die zu zeyten gesehen werden vmb die sonn und Mon/ was sie bedeüten.
Von den farben vnd liechten der andern stern.
Von dem schiessen der stern.
Wie das wetter inn auff vnnd nidergang der sonnenn zu erkennen sey.
Von erkenntnuß des wetters durch die wolcken.
Von den Regenbögen/ wann sie werden/ vnd was sie bedeüten.
Von dem donnern und blitzen.
Wie das wetter zu erkennen sey durch die vier Quarte des jahrs/ als Liechtenberger setzt.
Von erkanntnuß des wetters auß dem Newmon vnd Vollmon.
Wie das wetter auß den winden zu erkennen sey.
Von dem Hagel.
Wie daß wetter auß dem feuer zu erkennen sey.
Wie man das wetter auß dem windt des Meers erkennen soll.
Bawern Regel.

Ausser manchen Erfahrungssätzen enthält das Buch viele Wetterregeln, die dem Alterthume entstammen und meistens bei Aratos wiederzufinden sind, insbesondere diejenigen, welche sich auf den Mond, das Aussehen der Sonne, die Farbe des Feuers beziehen. Von eigentlich astrologischen Wetterregeln finden wir hier verhältnissmässig wenige und zwar enthalten diese Loostage, abgeleitet aus der Stellung der Sonne im Thierkreis.

Ein System der Astrometeorologie schrieb ein Krakauer Kanonikus: „Tractatus praeclarissimus in judiciis astronomorum de mutationibus aeris ceterisque accidentibus singulis annis evenientibus, juxta priscorum sapientium sententiam per Mag. Joannem Glogoviensem. Cracow 1514. Bemerkenswerth ist es, dass er statt der in jener Zeit verbreiteten 12 Windrichtungen nur 7 annimmt, die er auf die 7 alten Planeten vertheilt.

Ein anderes System erschien etwas nach der Mitte des 16. Jahrhunderts:

„Das große Planetenbuch. Darin das erste Theil saget von Natur ... und Wirkung der 7 Planeten und 12 Zeichen des Himmels ... das Ander ... helt inn, die Geomanci ... Das 3. Complexion des Menschen zu erkennen, auß den 12 Zeichen ... Das 4. aus einem jeden Monat ... Alles auss Platone, Ptolemaeo, Hal ... auffs kürzest gezogen. Frankfurt am Mayn durch Joh. Spies, in Verlag Hartmann Hahns. 1580. [37])

Aus dem Ende desselben Jahrhunderts wollen wir noch ein weiteres Traktat erwähnen von Helisaeus Rösslin, einem Arzte in Frankfurt a/M. (Tractatus meteoro-astrologiphysicus. Strassburg 1597).

Als Vertheidiger und Vertreter der Astrologie und Astrometeorologie sind aus dem 16. Jahrhundert hauptsächlich zu nennen:

Luca Gaurico (1476—1558) zuerst Methematikprofessor, nachher Bischof, war trotz seiner hohen geistlichen Stellung ein leidenschaftlicher Anhänger der Astrologie. Es wird erzählt, dass er wegen einer unglücklichen Prophezeihung in seinem 83. Jahre eine traurige Todesart erlitt. Er soll von einem Bentivoglio, dem diese Prophezeihung galt, auf dem Kapitole in der Weise zu Tode gemartert sein, dass er an einem Strick gebunden 5 mal von einem hohen Ort auf die Erde herabgestürzt wurde [38]).

Geronimo Cardano (1501—1576), Prof. der Medicin in Bologna. Weil er Christus die Nativität gestellt hatte und sein Leben und Wirken aus dem Lauf der Sterne zu erklären versuchte, wurde er seiner Stelle enthoben. Die Zeit seines Todes setzte er auf das Jahr 1575, als er aber am Ende dieses Jahres noch im besten Wohlbefinden war, soll er sich zu Tode gehungert haben, um seinen Ruf als Astrologen aufrecht zu erhalten.

Cyprian Leowiz (1524—1574), Mathematiker des Pfalzgrafen Otto Heinrich, prophezeihte den Weltuntergang auf das Jahr 1584, obgleich derselbe die Stellung der Fixsterne vom Jahre 1349 bis 3029 feststellte [39]).

Ein Beweis dafür, welch' hohe Achtung die Astrologie in diesem Jahrhundert genossen, ist die Thatsache, dass der Astrologe Nostradamus um die Mitte desselben am französischen Hofe mit allen Ehren überhäuft wurde. Katharina von Medici befragte ihn bei allen ihren Unternehmungen. Seine Prophezeihungen sind unter der Bezeichnung Centuren uns noch erhalten. Auf das Jahr 1792 prophezeihte er die Erneuerung des Jahrhunderts, eine Prophezeihung,

die in der That durch die Erstehung der Republik gewissermaassen bewahrheitet wurde. Der Name **Nostradamus** ist noch jetzt populär; lange musste derselbe zur Erhöhung der Glaubwürdigkeit der Kalender beitragen.

Sonderbare Ansichten entwickelte um diese Zeit **Paracelsus**, welcher für alle meteorologische Elemente bestimmte Sterne annahm. Aus dem uns vorliegenden Buch:

„Meteororum des Edlen vnd Hochgelerten Herrn Avreoli Theophraſti von Hohenheim/ Paracelſi genant/ beyder Artznei Doctoris. Gedruckt zu Cöln/ Anno 1566"

entnehmen wir folgende Stellen (S. 15):

„Nun ſollend jr weiter wiſſen/ wie jr ſehent das von den Beumen die früchte gehent/ vnd das die natur an dē ort ein eigenſchafft iſt vñ ein weſen/ das iſt ein geſchöpffte gabe dz der Baum Biren tregt/ der ander Apffel/ der ander Nüße/ etc. Alſo in ſolcher eigenſchafft ſtanden auch die Sternen/ alſo/ das ein Stern geboren iſt/ der Regē/ der ander der Schnee/ der ander der Hagel etc. giebt. Vnd alſo alles das vom Himmel kompt/ in ſolcher geſtalt geboren wirdt. . . .

Nu wiſſent alſo vom Sommer und Winter/ die kommen auch vō den Sternē. Dann im Sommer ſeindt Sommerſterne/ die den Sommer geben/ vn ſeindt ander Sternen die den Winter geben. Die Sonne iſt der erſte vn Obriſte Sommer Stern vnd hat mit jr viel andere Sternen/ die hitz von jnen geben/ dieſelbigen gehent an im anfang des Sommers und nemmen zu in jrer hitz . . .

Der Winter Sternen iſt der Mon der Obriſte/ vnd hat in ſeiner Natur und Geſellſchafft viel mit jm. Darumb ſo wiſſent/ wann die Sommer Sternen nicht werent/ es wer kein Sommer: Dann die Sonne iſt in gleicher Hitze/ ſie ſey hoch oder nieder/ vnd were kein Sommerſtern/ ſo were es für und für Winter. Dann der Mon mit ſeinen Sternen iſt für vnd für kaldt. Allein das brichſt/ dieweil beide arth der Sternen ſeindt/ darumb dorren ſie auß/ der eine theil im Winter/ der ander im Sommer . . . Der Mon gibt kein Winter für ſich ſelbſt alleine/ er gibt allein ein Winter mit ſeinen Sternen/ er für ſich ſelbſt iſt zu ſchwach: Auch die Sonne zu ſchwach ohn jr mitgehülffen."

Es ist bekannt, dass auch **Philipp Melanchton** (1497—1560) ein Anhänger der Astrologie war, und dass er auch in Astrometeorologie arbeitete, geht daraus hervor, dass er die Phänomena des Aratos mit einer Vorrede versah. Wir wissen ferner, dass er sein Bedauern darüber ausdrückte, dass er vor Verheirathung seiner Tochter nicht die Sterndeuter über seinen künftigen Schwiegersohn zu Rathe gezogen, dessen störrischer Charakter aus der Conjunction

des Mars und Saturn leicht hätte erkannt werden können. Er soll häufig mit Luther über astrologische Dinge sehr eifrig gestritten haben. Auch das Horoskop stellte er selbst, aber, wie aus einer Erzählung hervorgeht, nicht immer mit grossem Erfolg. Als er einmal seinen Freund Melander besuchte, stellte er dessen halbjährigem Kinde die Nativität und prophezeihte, das Kind würde zu einem gelehrten Manne heranreifen, worauf ihm Melander lachend bemerkte: „es ist ja ein Mädchen."

Melanchton's Schwiegersohn Caspar Peucer (1525—1602) behandelte die Lehren der Astrologie sehr ausführlich und mit vieler Sachkenntniss und Gelehrsamkeit in seinem „Commentarius de praecipuis divinationum generibus" (Viteb. 1553—1572).

Zweier Schriften aus dem Ende des 16. Jahrhunderts mag hier Erwähnung gethan werden, nämlich: „Diarium astrologicum et meteorologicum anni a nato Christo 1586 per Eliam Olai Cimbrum. Excusum in officina Vraniburgica" und eines Diariums aus dem nämlichen Jahre, worin aura generalis und dann aura particularis nach den für jeden Tag angesetzten Aspekten vorausgedeutet wurde. Es findet sich hier zuerst die Unterscheidung zwischen den allgemeinen und speciellen Veränderungen der Atmosphäre [40]).

Gegen diesen allgemein herrschenden Aberglauben wurden nur selten Widersprüche erhoben, und es lag in der Natur der Sache, dass diese vollständig ohne Erfolg waren. Der erste, welcher dem astrologischen Unwesen mit Gründen entgegentrat, scheint Pico de Mirandula, Graf von Mirandula und Fürst von Concordia (1463—1494), einer der gelehrtesten Philosophen, Philologen und Theologen seiner Zeit, gewesen zu sein [41]). Allein der alte Aberglaube hatte so tiefe Wurzeln geworfen, dass jener überall auf Widerspruch stiess und seinen Ansichten keinen Eingang verschaffen konnte.

Indessen machten sich am Anfange des 16. Jahrhunderts Bestrebungen geltend, die Meinungen über den Einfluss der Gestirne auf unsere Witterungserscheinungen mit dem thatsächlichen Verlauf des Wetters zu vergleichen, Bestrebungen, welche auch später noch fortdauerten und die geeignet waren, den astrologischen Aberglauben zu untergraben und zu Falle zu bringen. Der erste, welcher diesen Weg betrat, war der Nürnberger Astronom Johannes Werner (1468—1528), welcher vom Jahre 1513 bis 1517 Wetterbeobachtungen anstellte (natürlich ohne Instrumente) und diese mit der Stellung der Planeten verglich. Die Herausgabe seiner Schrift besorgte der Nürnberger Professor Johann

Schöner (1477—1547), welcher sich ebenfalls mit astrometeorologischen Studien beschäftigte und verschiedene Practica schrieb. Werner's Schrift erschien 1546 unter dem Titel: „Canones sicut brevissimi, ita etiam doctissimi, complectentes praecepta et observationes de mutatione aurae clarissimi mathematici Johannis Verneri, Norimbergae 1546." In seiner Dedication an Otho Flosser schrieb jener unter anderem: „et quis non vidit, aegra corpora varie affici sideribus diversas cientibus aeris tempestatumque constitutiones ac vicissitudines [42]). Werner sieht in der Sonne den Hauptmotor aller meteorologischen Erscheinungen, ausserdem aber räumt er auch den Planeten Einflüsse auf dieselben ein, indem sie durch ihre kalte und warme Natur insbesondere den Gang der Temperatur in der jährlichen Periode modificiren. Auch schreibt er den Witterungswechsel dem Zusammentreffen der Planeten in den verschiedenen Zeichen des Thierkreises zu.

Wenn auch die Anschauungen Werner's von den damals herrschenden Ansichten wesentlich nicht abwichen, so verdient das Bestreben dieses Mannes, an jene die Kritik der Erfahrung angelegt zu haben, alle Anerkennung, und jene waren auch für die weitere Gestaltung der Meinungen und Ansichten über Witterungserscheinungen nicht ohne Einfluss.

Dem Vorgange Werner's folgend stellte sich Tycho Brahe (1546—1601) auf den Standpunkt der Beobachtung, indessen hielt er auf die Astrometeorologie noch grosse Stücke. Seine 15jährigen täglichen Witterungsbeobachtungen sind erst in neuerer Zeit von La Cour veröffentlicht worden [43]).

In demselben Sinne arbeitete der Ostfriese David Fabricius, welcher durch seine Correspondenzen mit Kepler bekannt ist. Derselbe stellte Wetterbeobachtungen an, schrieb aber daneben Prognostica für die Jahre 1615—1618 [44]).

Inwiefern Johannes Kepler (1571—1630), der berühmte Astronom und Zeitgenosse Galilei's, der Astrologie zugethan war, dürfte sehr schwer zu entscheiden sein [45]). Es ist bekannt, dass Kepler als steyerischer Landschaftsmathematiker Kalender schrieb, welche theils Practica und Prognostica, theils Vorhersagungen wichtiger politischer und kirchlicher Ereignisse enthielten, dass er die bereits oben angegebenen Aspecte um 5 vermehrte (Semisextil-, Quinctil-, Decil-, Semiquadrat- und Quincunx-Schein), dass er die Einflüsse der Planeten auf menschliche Geschicke nicht direkt verwarf, ja dass er wiederholt selbst das Horoskop gestellt hat, allein

andererseits ist zu bedenken, dass Kepler seinen Prophezeihungen selbst wenig Werth beilegte und die Abfassung derselben für einen unabweisbaren Broderwerb ansah, dass er die Astrologie als eine grösstentheils unwürdige und zeitraubende Beschäftigung hinstellt, welche vieles eitle Zeug enthält [46]). Wir dürfen ganz bestimmt annehmen, dass ein so erleuchteter Geist wie Kepler mit sich darüber im Klaren war, was von der Astrologie zu halten sei, aber der Umstand, dass er beständig mit Nahrungssorgen zu kämpfen hatte, war der Beweggrund, nebenbei auch astrologische Künste auszuüben, wenn dieses auch jedenfalls mit grossem Widerwillen geschah. Nahrungssorgen haben Kepler jedenfalls bewogen, bei Wallenstein die Stelle eines Hofastrologen anzunehmen, und Widerwillen gegen die trügerische Kunst war der Beweggrund, wesshalb Wallenstein ihn entliess und an seine Stelle den Italiener Seni einsetzte. Ueber diesen Verkehr Wallensteins mit Seni lesen wir bei Schiller die schönen, wenn auch astrologisch wohl nicht ganz richtigen Worte:

Wallenstein:

„Glückseliger Aspect! So stellt sich endlich
Die grosse Drei verhängnissvoll zusammen,
Und beide Segenssterne, Jupiter
Und Venus nehmen den verderblichen,
Den tück'schen Mars in ihre Mitte, zwingen
Den alten Schadenstifter mir zu dienen.
Denn lange war er feindlich mir gesinnt
Und schiebt mit senkrecht oder schräger Strahlung,
Bald im Gevierten, bald im Doppelschein,
Die rothen Blitze meinen Sternen zu
Und störte ihre segenvollen Kräfte.
Jetzt haben sie den alten Feind besiegt
Und bringen ihn am Himmel mir gefangen.

Seni:

Und beide grosse Lumina von keinem
Malefico beleidigt! Der Saturn
Unschädlich, machtlos, in cadente domo [47]).

Um dieselbe Zeit vertheidigte Jean Baptiste Morin (1583 bis 1656) in Frankreich die Astrologie. Seine Astrologia gallica, in welcher Schrift er die Astrologie aus physischen und mathematischen Gründen zu beweisen suchte, kam erst 1666 heraus. Abgesehen von seiner Schrift, wozu die Polenkönigin Maria Ludovica von Gonzaga 2000 Thaler gegeben haben soll, ist dieser Astrologe dadurch bekannt geworden, dass sich Cardinal Richelieu bei ihm Raths erholte.

Besonders hervorzuheben ist eine längere, 24jährige Beobachtungsreihe, welche durch den Landgrafen Hermann von Hessen unter dem Pseudonym „Uranophilus Cyriandrus" in Kassel 1651 herausgegeben wurde. Diese Beobachtungen waren hauptsächlich zu dem Zwecke angestellt, die gangbaren astrometeorologischen Regeln zu prüfen. Dem entsprechend sind in diesem Buche für jeden Tag die Witterung, die Aspekte sowie die Wirkung der Aspekte nebeneinander gestellt und alle gleichnamigen Aspekte in Bezug auf die Witterung mit einander verglichen. Das hieraus gezogene Resultat ist für die Astrometeorologie, sowie für die Praxis der Bauernregeln durchaus nicht günstig[48]).

Im Jahre 1666 gab der schottische Mathematiker William Cock eine Astrometeorologie heraus, welche auf 30jährigen Beobachtungen beruhen sollte, und in welcher die früheren und damaligen Ansichten systematisch geordnet und mit eigenen Erfahrungen vermehrt wurden. Eine Uebersetzung erschien 1691[49]) in Hamburg, eine spätere Ausgabe mit Einleitung und Anmerkungen des Hamburger Rathsmitgliedes Dr. Matthäus Schlüter (Halle 1716), besorgte Georg Ernst Stahl, nachdem er dieselbe mit Schlüter an mehrjährigen Beobachtungen geprüft hatte.

Aus diesem interessanten Buche, welches eine grosse Verbreitung hatte und zur Grundlage von Wetterprophezeihungen diente, wollen wir hier Einiges wiedergeben.

Ueber die Kalenderschreiber äussert sich Cock folgendermaassen:

„was aber die Gewißheit anlanget/ (ob es gleich das unfehlbarste Stück in der ganzen Astrologie ist) hat die Unwissenheit der gemeinen Calenderschreiber selbiges so verächtlich gemacht/ daß unsere Calender/ oder vielmehr Calendermacher überall Lügner gescholten werden. Und wo nicht die gelehrte Erfahrenheit und gründliches judicium etliche wenig Leute solches noch bei Ehren erhalten hätten/ durch ihre gewissere Prognostica/ wäre diese Wissenschaft längst gänzlich abgeschafft worden."

Cock unterscheidet

„12 Hypothesen auff welche/ als auff so viel herrliche Pfeiler/ wir das stattliche Gebäude dieser Wissenschaft aufrichten":

1) Die Natur der Planeten. Die Charakteristik der einzelnen Planeten ist durchweg den Alten entlehnt, auch die Ansicht, dass jeder Planet über der Erde mit einem verborgenen unter der Erde in Beziehung stehe, ist auf eine uralte Meinung zurückzuführen (vergl. S. 40).

2) Die 12 Zeichen des Thierkreises zerfallen in 4 Gruppen, in: a. irdische (kalte, trockene), Stier, Jungfrau, Steinbock; b. wässerige (kalte, feuchte) Krebs, Skorpion, Fische; c. luftige (mässig warme, feuchte, windige), Zwillinge, Wage, Wassermann; d. feurige (heisse, mässige, trockene, gewitterhafte), Widder, Löwe, Schütze.

3) Die Dignitäten oder Stärke der Planeten. Die Planeten sind am stärksten in ihren Häusern, demnächst in ihrer Exaltation oder Erhöhung und Triplicität. So sind die Häuser des Saturn: Steinbock und Wassermann, seine Erhöhung die Wage, seine Triplicität die 3 luftigen Zeichen etc.

4) Die Aspekte. Der mächtigste Aspekt ist die Conjunction, dann die Opposition, darauf die Quadratur, der Trigon, Sextil etc. Dabei sind die selteneren Aspekte die stärkeren.

5) Die Vermischung der Planeten. Der Planet in einem Aspekt wirkt nicht allein nach seiner eigenen Natur, sondern er vermischt sie mit derjenigen des Planeten, der vorher im Aspekt war.

6) Die Erneuerung der Aspekte durch den Mond. An sich ist die Wirkung des Mondes nur schwach, allein mächtig, wenn er zwischen 2 andere Planeten kommt, indem er schon bei der Annäherung ihre Influenz geltend macht.

7) Das Vorbeigehen des Planeten an einer Stelle des Thierkreises, wo ein anderer gestanden, der früher mit ihm im Aspekt war.

8) Das Zeichen, welches mit dem Lande Verwandtschaft hat, erhöht den Aspekt. England liegt unter dem Widder, Italien unter dem Löwen etc.

9) Allgemeine Ursachen. Kometen bringen meistens Dürre, besonders in trockenen Zeichen und in ihren Ländern.

10) Die Natur der einzelnen Fixsterne.

11) Die Jahreszeit.

12) Die Breite und Lage des Landes.

Man sieht hieraus, dass die Astrometeorologen eine unerschöpfliche Fundgrube für ihre Wetterprophezeihungen hatten und dass alle Witterungsvorgänge nicht unschwer mit einem dieser 12 Punkte in Einklang zu bringen sind. Ich habe diese Grundlagen hier der Hauptsache nach wiedergegeben, da in neuester Zeit die Wetterprophezeihungen von einigen Genies mit ähnlicher systematischer Willkür gemacht und ihre Uebereinstimmung mit den nachfolgenden Thatbeständen erklärt werden.

Unter Zugrundelegung des Aspektenzeigers „des italienischen Astrologi Flaminii de Mezzavaches“ bespricht Schröter „die Ur-

sachen des am Ende des 1694. und am Anfange des 1695. Jahres eingefallenen sehr strengen Winters," wovon wir eine Probe wiedergeben wollen.

„Zwischen dem 9. und 10. December hat es mit einem penetranten Nord-Ost-Winde angefangen zu frieren. Ursache: Mars hat in Conjunction mit Saturn (Aspektenzeiger: ☌♄♂), diesem kalten Planeten seine Kälte gleichsam ausgepresst. Den 11. December kam die Sonne in Conjunction mit Mercur (☌☉☿), welche beide warme Planeten sind. Der eine hat die Kälte des anderen moderirt „so aus dem vorigen kalten Aspekte herrührete" etc.

Eine derartige Prüfung der Regeln führte Stahl gegen 20 Jahre fort und fand diese in dem Maasse bestätigt, dass er sie öffentlich empfehlen konnte.

In der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts erschien der 100jährige Kalender, ein Wunderbuch, welches auf den astrologischen Aberglauben aufgebaut ist und sich bis in die neueste Zeit erhalten hat. Der Vater dieses Machwerkes ist wahrscheinlich Mauritius Knauer, Prälat und Abt des Klosters Laugheim in Bayern (1612—1664). Der erste 100jährige Kalender erschien unter den Buchstaben „D. M. K. A. K. L." (Doctor Mauritius Knauer Abt Kloster Laugheim).

Im Jahre 1704 wurde in Kulmbach ein curiöser 100jähriger Hauskalender gedruckt und unter Vorsetzung des Namens Knauer in zahlreichen Ausgaben durch ganz Deutschland verbreitet. Weitere Ausgaben dieses Kalenders besorgte zunächst der Erfurter praktische Arzt Christoph von Hellwig (1663—1721). Spätere Ausgaben erschienen wieder unter Knauers Namen [50]).

Obgleich dieser Kalender die kühne Aufschrift des 100jährigen trägt, so umfasst die demselben zu Grunde gelegte Witterungsperiode doch nur 7 Jahre, entsprechend den alten Planeten, welche in folgender Reihenfolge abwechselnd das Jahresregiment übernehmen: Mars, Sonne, Venus, Mercur, Mond, Saturn und Jupiter. Man findet den Jahresregenten irgend eines vergangenen oder zukünftigen Jahres, indem man die Jahreszahl durch 7 dividirt, der Rest giebt den Planeten in obiger Reihe. Z. B. 1885 : 7 giebt als Rest 2, und hiernach ist das Jahr 1885 ein Venusjahr. In dem 100jährigen Kalender, von welchem mir verschiedene Ausgaben vorliegen, findet sich unter dem Titel: „Fünftes Jahr, das unter der Herrschaft der Venus steht", die Natur des Planeten, eine vollständige Wetterprognose für das Jahr, die Jahreszeiten

und die einzelnen Monate, ausserdem noch Anweisungen für den Sommer- und Winterbau, die Herbstsaat, Obst-, Hopfen-, Weinbau, Ungeziefer und Krankheiten. Hiernach wird das Jahr 1885 mehr feucht als trocken, ziemlich warm und auch schwül sein; namentlich soll der Frühling etwas später eintreten, aber temperirt; auch soll in diesem Jahre ein guter Wein wachsen. Ferner enthält der Kalender gewöhnlich noch eine Anzahl Wetteranzeichen, die von den Wolken, von Sonne, Mond und Sternen, Menschen, Thieren und Pflanzen entlehnt sind, wie wir sie bei den Alten wiederfinden und eine Zusammenstellung von Bauernregeln für Jahreszeiten und Monate, und zum Schlusse noch solche Dinge, welche jedem Hausvater zur Anordnung seines Haus- und Oekonomiewesens dienlich sind.

Was von einem solchen Machwerke zu halten ist, dürfte selbst dem blödesten Verstande einleuchten, aber so viel steht fest, dass diese Prophezeihungen mit ihrer grillenhaften Willkür früher beim Volke fest geglaubt wurden und noch jetzt nicht ganz das Vertrauen verloren haben.

Aus dem Jahre 1786 liegt mir ein 100jähriger Kalender von Hellwig vor[51]), in welchem die Wetterprophezeihungen weggelassen sind. Der Herausgeber motivirt dieses mit den Worten: „Dem Beispiele unseres Vorgängers können wir nicht folgen und die thörichten Erzählungen der Wirkungen der Planeten auf das Wetter für die Witterungen der einzelnen Tage in den Monaten einrücken; dergleichen Witterungskalender kann sich ein jeder selbst anfertigen, wenn er nur Witterungen den Jahreszeiten gemäss hinschreibt. — Sonne und Mond haben allein Einfluss in die Witterungen und können mit Recht beständige Regenten aller Jahrgänge heissen. Die Planeten als Jahresregenten anzunehmen, wie dieses in den gewöhnlichen 100jährigen Kalendern zu Grunde gelegt wird, ist Thorheit und wider alle bisherigen Beobachtungen."

Obgleich der in Frankreich allgemein verbreitete Kalender von Mathieu de la Drôme wenig Aehnlichkeit mit dem eben besprochenen 100jährigen hat und auf ganz anderen Grundlagen (wenn solche überhaupt vorhanden sind) beruht, so will ich ihn doch gleich hier anschliessen. Zur Erklärung der Einrichtung benütze ich die Ausgabe für 1884[52]). In dem vorgedruckten „Avertissement" von 1863 bemerkt Mathieu, dass er seine Gesundheit und sein Leben der Wetterprophezeihung geopfert habe

und dass seine Arbeit von seinen Schwiegersöhnen fortgeführt werde, die jedenfalls bessere Wetterpropheten seien als er selbt. Der Kalender zerfällt, wie auch der Titel sagt, in 3 Theile: einen gewöhnlichen Wetterkalender, die „Prédictions“ für 1884, dem eine Verification für 1883 nachfolgt, und eine Reihe von Aufsätzen mit Illustrationen zur Belehrung und Unterhaltung des Lesers. Die Prédictions, welche sich nicht allein auf Frankreich, sondern auch auf die umliegenden Länder beziehen, geben Aufschluss über die für die Navigation gefährlichen Zeitepochen und sogar über die einzelnen Häfen, wo die Schiffe liegen bleiben müssen; über das Fallen und Steigen des Wasserstandes in den Flüssen, über den Verlauf der Witterung in den einzelnen Monaten und über die Erndterträge in den einzelnen Ländern.

Für die weite Verbreitung dieses Kalenders spricht der sehr geringe Preis von fünfzig Centimes trotz des erheblichen Umfanges und der guten Ausstattung.

Die viele Jahre hindurch fortgesetzten Beobachtungen, die bei Werner ihren Anfang nahmen und später nach Erfindung des Thermometers und Barometers sowohl an Umfang als an Güte zunahmen, und die Vergleichung derselben mit den Aspekten, nicht minder aber das Copernicanische Planetensystem, welches trotz der heftigen und unwürdigen Angriffe von Seiten des Römischen Stuhles nach und nach allgemein zum Durchbruche kam, ferner die stets sich mehrende Anzahl gewichtiger Gegner, welche mit dem Lichte der Wissenschaft die Hohlheit des astrologischen Aberglaubens aufdeckten, und endlich der Missbrauch, welcher mit dieser Pseudowissenschaft getrieben wurde, gaben im Abendlande der Astrologie den Todesstoss. Allein noch nicht war der Irrthum, welcher so tiefe Wurzeln geworfen und viele Jahrhunderte lang ernste Wissenschaftlichkeit überwuchert hatte, gänzlich abgestorben. Denn nicht allein hing das ungebildete Volk noch mit Innigkeit an den althergebrachten Lieblingsideen fest, sondern von Zeit zu Zeit warfen sich sogar Männer von Geist und Stellung, im 18., ja sogar noch in unserem Jahrhundert als eifrige Vertreter der alten Lehre auf.

Als Gegner der Astrologie verdienen hervorgehoben zu werden: am Ende des 17. Jahrhunderts Joh. Christian Sturm, Professor zu Altdorf (1635—1703), welcher darch seine Vorträge sehr viel zur Beschränkung der Astrometeorologie beitrug und am Anfange des 18. Jahrhunderts Joh. Gottlob Nikius[53]) aus Gera, welcher seine

Angriffe besonders gegen John Goad[54]), Gadbury, Grebner und Boyle richtet.

Die Gründung der Societas meteorologia Palatina durch den Kurfürsten von der Pfalz und Bayern Carl Theodor (1780) ist für die Witterungskunde als der Wendepunkt zu gesunden, auf Thatsachen beruhenden, Ansichten zu betrachten, indem jetzt in verschiedenen Himmelsstrichen möglichst genaue meteorologische Beobachtungen angestellt und veröffentlicht wurden, ohne jede astrologische Beimischung, wie die Natur sie gerade gab. Die 12 Quartbände „Ephemeriden" dieser Gesellschaft von 1781—1792 geben ein bleibendes Zeugniss sowohl für den Wissenschaftseifer des Kurfürsten, als den ächten Forschungssinn der Mitglieder. Eine ähnliche Gesellschaft wurde fast gleichzeitig auf Veranlassung desselben Fürsten in Bayern gegründet und die Beobachtungen von 1781—1789 unter dem Titel: „Meteorologische Ephemeriden" veröffentlicht. Diese Publikationen stehen zwar den Mannheimern bedeutend an Werth nach, sind aber immerhin als erste Anfänge sehr hoch anzuerkennen.

Schon in den ersten Jahren des Bestehens der bayerischen meteorologischen Gesellschaft war es aufgefallen, dass die Schwankungen des Barometers auf grösseren Gebieten stets mit der grössten Regelmässigkeit erfolgten. Dieses führte zu der Vermuthung einer allgemeinen periodisch wirkenden Ursache, welche auch überhaupt dem Witterungswechsel zu Grunde liege, eine Idee, welche zuerst vom Wiener Astronomen Hell (1720—1792) ausgesprochen wurde. Diese eigenthümliche Erscheinung forderte um so mehr zu Untersuchungen auf, als man weiter die Thatsache entdeckte, dass die barometrischen Minima früher im Norden als im Süden, und früher im Westen als im Osten auftraten. Man versuchte nun eine Beziehung zwischen diesen Schwankungen und den Mondspunkten aufzufinden, allein diese Untersuchungen gaben kein befriedigendes Resultat.

Diesen Gegenstand hatte die Akademie der Wissenschaften im Jahre 1781 zur Preisaufgabe gestellt: a) hängt das Steigen und Fallen des Quecksilbers im Barometer von zufälligen oder periodisch wirkenden Ursachen ab? b) ist letzteres, was ist die Ursache davon? c) trägt die allgemeine Schwere der Weltkörper, besonders des Mondes und der Sonne nichts dazu bei? d) ist es wohl möglich, diese Veränderungen mit der Zuversicht vorherzusagen, mit welcher eine Finsterniss der Erde oder des Mondes, oder Ebbe und Fluth bestimmt werden?" Die einlaufenden Beantwortungen er-

gaben zwar alle ein ganz bestimmtes Resultat, welches mit derselben Gründlichkeit nachgewiesen schien, zeigten aber unter sich keine Uebereinstimmung, so dass die Akademie bei Abgabe ihres Urtheils in nicht geringe Verlegenheit gesetzt wurde.

Die Akademie beschenkte 3 Arbeiten mit Medaillen, ohne einer den vollen Preis zuzuerkennen, und veröffentlichte dieselben in den neuen philosophischen Abhandlungen der bayerischen Akademie der Wissenschaften (Bd. IV, 1785), die wir hier benutzen. Die erste Medaille erhielt Prof. Eberhard Schröter aus Petersburg, welcher die Barometerschwankungen und überhaupt alle Witterungsvorgänge dem Planetensystem und den verschiedenen Aspekten zuschrieb, und sich dabei auf seine 34jährigen Beobachtungen und auf „die Meinungen der alten Weisen von den Kräften und Wirkungen der Planeten“ stützte. „Meine 34jährigen meteorologischen Beobachtungen überführen mich und zeigen, dass alle täglichen Witterungen auf dem ganzen Erdboden, folglich auch das Barometer einzig und allein von dem Planetensysteme, es sei ☌☍□△ oder ⚹, abhängen und entstehen, und dass Jedermann, der einen solchen astronomisch-meteorologischen Aspektenkalender hat, wie am Schlusse ein Modell beigefügt ist, sich täglich für seinen Meridian davon überzeugen, folglich auch mit vieler Zuverlässigkeit das Steigen und Fallen des Thermometers voraussehen und bestimmen kann.“ Seine Entdeckung betrifft, sagt er, „ein allgemeines Wohl für Seefahrer, Land- und Hauswirthe, weil Wind und Wetter hieraus mit Zuverlässigkeit für einen jeden Meridian zu bestimmen ist.“ Schliesslich empfiehlt er der Akademie, „die vorgefassten Vorurtheile wider die Influenz der Planeten auf unseren Weltkörper etwas auf die Seite zu setzen; so wird sich die alte Wahrheit in ihrer Unschuld, Reinigkeit und Blösse zeigen, und wir werden überzeugt werden, dass von der höchsten Weisheit nichts umsonst geschaffen worden.“

In dem 4. Jahrgange der Ephemeriden kommt der Akademiker und der Leiter der Meteorol. Gesellschaft F. X. Epp wieder ausführlich auf diesen Gegenstand zurück und bemerkt (S. 39, § 32): „Die kurfürstliche Akademie in München hat nach Vorschrift des Herrn Schröter auf den Hornung des 1783. Jahres einen astronomisch-meteorologischen Aspektenkalender nach unserem Meridian anfertigen lassen. Wir beobachten zu den 4 bestimmten Stunden auf das genaueste. Das Resultat unserer Beobachtung war, dass bei jenen Aspekten, wo der Herr Verfasser ein C (certum?) bei-

gesetzt, das vorhergesagte Steigen und Fallen sammt der beigesetzten Witterung sicher und gewiss erfolgt ist (!). Wo aber ein D (dubium?) beigesetzt war, trafen die prognosticirten Veränderungen des Barometers sammt der Witterung 3—4 mal nicht überein. Aber eben durch dieses D wollte nur der Herr Professor Schröter zu verstehen geben, dass er aus Mangel der mit dieser Gattung der Aspekten gemachten Beobachtungen noch nicht im Stande sei, etwas Bestimmtes voraus zu sagen."

Die zweite Auszeichnung, eine goldene Medaille, erhielt Kaspar Steer, Weltpriester und Professor zu Neuburg a. d. Donau, welcher die Barometerschwankungen aus periodisch und nicht periodisch wirkenden Ursachen erklärte. Zu den ersteren rechnete er die Wirkungen der Sonne, des Mondes und (allerdings im geringeren Maasse) der Planeten. Steer nahm atmosphärische Gezeiten an, welche ebenso wie beim Meere durch die Anziehungen der Sonne und des Mondes hervorgerufen würden. In Bezug auf die Planeten- und Kometenwirkung sagt er: „Zu den beregten periodischen Irregularitäten kann man mit Recht auch noch diejenigen beifügen, welche durch die anziehende Kraft der übrigen (?) Planeten, besonders der Venus, des Mars und des Jupiter entstehen können. Venus und Mars sind nahe an der Erde und Jupiter ist von einer erheblichen Masse und von einem zahlreichen Gefolge Trabanten: es ist auch die Entfernung seiner Laufbahn von jener der Erde so ungeheuer nicht. Gewisslich, wenn sie sich zur nämlichen Zeit mit einander in dem nämlichen Hemisphärium gegen Süden oder Norden befinden, würden sie sonder Zweifel einen merkbaren Einfluss erzeugen können. Und was würde erst geschehen, wenn ein Komet unsere Erdkugel in einer ziemlichen Annäherung besuchen sollte? Wenigstens sollen uns die gar ausserordentlichen Barometeränderungen aufmerksam machen, dieselben jederzeit mit dem eintreffenden Himmelsstande zu vergleichen. Vielleicht, dass das Barometer nicht nur allein ein Wetteranzeiger, sondern mit der Zeit wohl gar ein Kometenzeiger werden dürfte."

Die beste Lösung der Aufgabe lieferte der Physiker Joseph Stark, wenn er auch nur die 3. (silberne) Medaille erhielt. Die Abhandlung Stark's, in lateinischer Sprache geschrieben (Dissertatio de mutationibus mercurii in barometro) wurde ebenfalls von der Akademie veröffentlicht („um uns keiner Parteilichkeit weder für die periodisch noch für die zufällig wirkenden Ursachen dieses Phänomens schuldig zu machen"). Stark kam zu dem Resultate,

dass die Anziehungskraft weder der Sonne noch des Mondes, insbesondere aber nicht der Planeten, irgend einen Einfluss auf die Barometerschwankungen habe. Wäre dieser vorhanden, so müsste derselbe aus dem Newton'schen Gesetze wie für Ebbe und Fluth des Meeres berechnet werden ($A = \frac{M}{D^2}$), wonach in unseren Gegenden das Quecksilber im Barometer um kaum $^1/_{32}$ Linien sich ändert. Ausserdem wies er nach, dass die barometrischen Aenderungen mit den Erscheinungen der Ebbe und Fluth durchaus nicht vergleichbar sind und dass die Schwankungen am Aequator, auf hohen Bergen, in der wärmeren Jahreszeit seltener sind, als an den Polen, tiefer gelegenen Gegenden und zur kälteren Jahreszeit.

Eine merkwürdige Idee hatte Toaldo, von dem wir unten noch eingehend sprechen werden, indem er aus seiner Erfahrung, dass die Tagregen diejenigen bei Nacht weitaus überwiegen, auf eine Elektricitätserregung der Luft durch die Sonnenstrahlen schloss, wodurch die Regenhäufigkeit vergrössert würde. „In dieser Muthmaassung hätte der Mond wegen seines zurückgeworfenen Lichtes auch einen Antheil, indem er die Erde und die Luft positiv und negativ elektrisire, z. B. im Vollmond positiv, im Neumond negativ." Hierdurch käme das „Fallen der Dünste" zu Stande, also Trübung; in den Quadraturen wäre die Elektricität mittelmässig; woraus eine Erwärmung der Luft und des Wassers resultiren müsste [55]).

Diese Idee wurde von dem Potsdamer Oberpfarrer Christian Gottlieb Friedrich Stöwe (1756—1824) aufgegriffen und praktisch verwerthet [56]). Er behauptete, dass allemal dann merkwürdige Witterungsverhältnisse einträten, wenn 3 Himmelskörper in gerader Linie zu stehen kämen, eine Behauptung, gegen welche Christ. Lichtenberg Protest erhob [57]). Als Ursache dieser Witterungsänderung gab Stöwe die Toaldo'sche Idee von der gegenseitigen Elektrisirung der Himmelskörper an, wie ich sie oben mitgetheilt habe.

Ganz ähnliche Ideen, wie sie Stöwe vor etwa 10 Jahren ausgesprochen, veröffentlichte am Anfange des 19. Jahrhunderts (1801) in mehreren Schriften ein Holländer, ohne Nennung seines Namens, indem er sich auf eigene 30jährige Beobachtungen berief.

Diese Ansichten erweiterte und arbeitete Karl Konstantin Haberle (1764—1832, zuletzt Professor der Botanik an der Universität Pest) zu einem vollständigen Systeme um, indem er versuchte, die Ursachen festzustellen, wärum und in welcher Art die

Himmelskörper bei ihrer Conjunction und Opposition so verschiedenartige und verschieden starke Wirkungen auf die Witterungserscheinungen ausüben konnten. Dabei entwickelte er nach den physikalischen und elektrochemischen Ansichten des bayerischen Akademikers Ritter und des Humphry Davy eine Aetherlehre, die er seinen Erklärungen zu Grunde legte.

Die Hauptursache aller atmosphärischen Vorgänge ist, nach Haberle, die Aetheranziehung der Himmelskörper, insbesondere der unserem Planetensystem angehörigen, und der Fixsterne der 3 ersten Grössen. Der Aether erfüllt das ganze Weltall und macht sich im verdichteten Zustande fühlbar als Wärme, Licht, Elektricität oder Magnetismus. „Die Himmelskörper überhaupt," sagt Haberle, „insbesondere aber die zu unserem Sonnensystem gehörigen, sind während ihres hinter einander gereihten Standes, also während der Conjunction und Opposition mit verstärkter elektrischer Kraftvertheilung wechselseitig auf einander wirksam. Diese verstärkte elektrische Wechselwirkung hat eine vermehrte Lichtentbindung aus dem absoluten oder neutralisirt elektrischen Himmelsocean zur Folge; die auf diesem Wege mit verstärkter Kraft auf einander wirkenden, in Hintereinanderreihung befindlichen Himmelskörper ziehen nach dem elektrischen Gesetze der Vertheilung mehr elektrisches Licht (als ohnedies geschehen sein würde) in ihre besondere Atmosphäre herein, und durch die Zunahme dieses hereingezogenen elektrischen Lichtes entsteht ein verstärktes elektrisches Naturspiel in den besonderen Dunstkreisen dieser Himmelskörper. Dieses ist die allgemeinste Ansicht von den Veranlassungen der Witterungsbegebenheiten vermittelst der Hintereinanderreihungen der Himmelskörper [58]).

Ferner kommt es nach Haberle noch darauf an, ob die Conjunctionen und Oppositionen nördlich oder südlich vom Aequator oder am Aequator selbst erfolgen, wie unsere Erde zu den Conjunctionen stehe u. s. w. Ausserdem unterscheidet Haberle noch tellurische Einflüsse auf atmosphärische Zustände, die Rotation der Erde, die Stellung der Erdaxe, die Vertheilung von Land und Meer, das orographische Relief etc. Man sieht hieraus, das System von Haberle ist so ausserordentlich complicirt, dass mit demselben alle Witterungsvorgänge in Uebereinstimmung gebracht werden können.

Noch phantastischer ist die Idee des C. D. Gerdum, welcher in Hamburg (1808) ein meteorologisches Wochenblatt herausgab

und welcher auf meteorologischem Wege, aus den Angaben des Barometers, einen Planeten (Typhon) zwischen Saturn und Uranus von einer solchen Kleinheit, dass derselbe sichtlich nicht erkennbar war, ensdeckt haben will und die Elemente seiner Bahn berechnete. Wir erwähnen diese Tollheit nicht ohne Rücksicht darauf, dass Gilbert in seinen Annalen für 1812 (Bd. 41, S. 426 ff.) den Ausführungen dieses Biedermannes nicht weniger als 19 Seiten Platz einräumt, freilich mit abweisenden Bemerkungen. Wir wollen uns hier darauf beschränken, einige Ideen Gerdum's aus seinem Wochenblatte nach dem Vorgange Gilbert's wiederzugeben: „Unsere Sonne und alle entfernten Sonnen behaupten ihren ersten Standpunkt durch in die Ferne wirkende Kräfte. — Die Sonne bewegt mit ihrer in die Ferne wirkenden Kraft unsere Erde in einem Jahre ganz um sich herum, in einer kreisförmigen Bahn. Diese Mechanik des Himmels behauptet sich ohne Widerspruch, so lange man die wirkenden Kräfte abstrakt nimmt, und nicht frägt, was das Materielle sein möge, welches als Kraft von dem wirkenden Körper einströmt und sich in die Ferne thätig als Bewegung anderer Weltkörper bezeigt. Denn die Kraft, in die Ferne hin ausströmend, muss selbst eine materielle Masse sein, weil solche eine materielle Masse in Bewegung setzen kann. Mit dieser Reflexion wurde der Grund zur weiteren Physik und insbesondere zur Chemie des Himmels angeregt. — Die analytische Formel, welche ich zur Zerlegung eines ganzen Weltkörpers in seine mittleren Grundstoffe gefunden habe, stellt die grosse Merkwürdigkeit dar, dass die ganze festere chemische Masse unserer Erde genau eben das Verhältniss der beiden Grundstoffe habe, wie das liquide Wasser desselben. Auf dem Verhältnisse der mittleren chemischen Grundwirkung eines Weltkörpers beruht nun die ganze chemisch- und kosmologisch-elektrische Natur der Weltkörper, mit welcher sich derselbe in die Ferne gegen andere Weltkörper ausdrückt etc." Als Erregungsconstellationen bezeichnet Gerdum Conjunction, Opposition, Quadrat-, Trigon- und Sextilschein der Weltkörper, welche ein kosmisch elektrisches Gesetz gründen, „wie in den Kristallisationen", und welche ihre genauen Epochen durch gesteigertes Fallen und Steigen des Barometers bemerklich machen sollen.

Anselm Ellinger[59]) giebt die früheren Meinungen über die Wirkung der Aspekte, wenn sie auch bezüglich der Zeitangaben verschieden sind, als richtig zu, indem die Lufttemperatur bei den Aspekten der beweglichen Himmelskörper erhöht werden könne,

und dass eine solche Erhöhung die Veranlassung zu atmosphärischen Trübungen und Niederschlägen sei. Die nicht gleichförmigen Witterungserscheinungen in der 19jährigen Mondsperiode erklärt Ellinger durch die verschiedenen Stellungsverhältnisse der Himmelskörper in dieser Periode; überhaupt entbehre die Voraussage der Witterung auf längere Zeit voraus ohne Berücksichtigung der kosmischen Einflüsse des ersten Grundes.

Der letzte Gelehrte, welcher es versuchte, den Einfluss der Gestirne auf Naturerscheinungen wieder zur Geltung zu bringen, war Joh. Wilh. Andreas Pfaff, zuletzt Professor der Mathemathik in Erlangen (1774—1835)[60]. Der Ankündigung seines astrologischen Taschenbuches in Gilbert's Annalen (Bd. VIII, p. 427) fügt die Redaction die noch jetzt für manche Wetterpropheten vielleicht besser wie für Pfaff passende Bemerkung bei: „Von Männern die auf einige Achtung Anspruch machen, diesem unseligen Hange (zum Wunderbaren, zur Mystik und zu blossem Kitzel der Phantasie) in der Art gefröhnt zu sehen, wie das in so vielen Geschichtchen vom thörichten Magnetismus, die sie in das Publicum fördern (das ehrwürdige Gewand der Wissenschaft erborgend, um den Geist zu verweichlichen und herabzuwürdigen, statt ihn zu stärken und zu erheben) ist schmerzhaft für Jeden, der es mit der Wahrheit treu meint." Vielleicht ist diese Bemerkung über das Vorgehen Pfaff's doch etwas zu strenge, und wir sind mehr geneigt, dem Urtheil Günther's, welcher mit allen Leistungen Pfaff's ganz genau bekannt ist, beizustimmen: „Der psychologische Hergang bei Entstehung von J. W. A. Pfaff's bezüglichen Schriften wird für alle ein Räthsel bleiben, welche die sonstigen Leistungen dieses wackeren Mannes kennen"[61].

Seitdem hat, wie es scheint, die Wissenschaft über die Astrometeorologie allgemein den Stab gebrochen und sie in dieselbe Gruft gelegt, in welcher Alchemie und Magie schon längst ruhen, aber beim vertrauensseligen und am Althergebrachten zähe festhängenden Publikum ist dieses Unkraut noch nicht abgestorben, sondern dieses wuchert noch unverdrossen fort und treibt nicht selten die wunderlichsten Blüthen und Früchte, die freilich nur zuweilen in die grosse Oeffentlichkeit dringen.

Ein solcher Auswuchs ist das seltsame Vorgehen des Berliner Rechnungsrathes Friedrich Adolph Schneider, welcher an seiner Wohnung die für das Publikum mysteriöse Inschrift anbringen liess: „Astrometeorologisches Institut" und sich in Mit-

theilungen an die „Berliner Nachrichten“ als „alleiniger rechtmässiger Inhaber der Astrometeorologie“ zu unterschreiben pflegte. Bei seinem Tode hinterliess er ein Kapital, dessen Zinsen der König von Preussen einem geeigneten Manne zur Fortführung seiner astrologischen Arbeiten überweisen sollte, allein auf ein Gutachten Dove's hin wurde dieses sonderbare Vermächtniss zurückgewiesen [62]).

Um das Blödsinnige seiner Ansichten zu charakterisiren, benütze ich einen mir vorliegenden Zeitungsausschnitt vom April 1852, worin Schneider in einem „Wetter-Vorausberechnung“ betitelten Artikel sagt: „Es giebt nicht 4 Elemente, auch nicht 61 einfache Stoffe, sondern nur ein unvergängliches, unauflösbares, aber bis ins Unendliche theilbares Element — die Finsterniss. Gesteigerte Finsterniss wird Kälte, gesteigerte Kälte wird Schwere. In der Finsterniss wurzelt die Bindekraft, welche im Magnetismus in einer Zweiheit, als männliche und weibliche auftritt . . . Es giebt nur einen unvergänglichen und untheilbaren Geist, der das unvergängliche Element da umgiebt, wo es fast bis ins Unendliche getheilt ist — das Licht. Gesteigertes Licht, mit unzerstörbarem Elemente geschwängert, wird durch den dann eintretenden Kampf Wärme. Im Lichte wurzelt die Fliehkraft . . . Die Astrometeorologie wird allen Naturwissenschaften Hilfe bieten, um die Gesetze in genauen Zahlenverhältnissen aussprechen zu können, ist aber auch berechtigt, auf eine sinnvolle Astrologie hinzuweisen, die nach Vervollständigung der Naturwissenschaften durch die Astrometeorologie auferstehen muss.“ Hätte Schneider im 13. und 14. Jahrhundert gelebt, so würden seine Ideen vielleicht für sehr hohe Weisheit gehalten worden sein.

III. Der Einfluss des Mondes auf unsere Atmosphäre.

Dass der Mond ebenso, wie die Sonne, einen entschiedenen Einfluss auf unserere Witterungserscheinungen habe, ist ein Glaube, der nicht allein durch das ganze Alterthum und Mittelalter sich hinzieht, sondern auch in neuerer Zeit, theilweise noch in unseren Tagen festgehalten wird, ein Glaube, der in dem allgemein menschlichen Hange nach Erkenntniss derjenigen Dinge wurzelt, von welchen richtige Vorstellungen nicht erreichbar waren.

Im Alterthum wurden die Beziehungen des Mondes zum Wetter in Poesie und Prosa zusammengetragen und hienach die Arbeit und die vorzunehmenden Geschäfte eingerichtet. Diese dem Mond entnommenen Wetterregeln, welche, natürlich alle nach flüchtigem Eindrucke und solcher Willkür aufgestellt, der Grundlage der Erfahrung entbehrten, haben sich grösstentheils bis auf unsere Zeit erhalten und sind bleibende Monumente jener uralten naiven Naturanschauung, welche einer grillenhaften Willkür entspringt, ohne durch die wirklichen Thatbestände geprüft zu werden.

Eine berechtigte Stütze erhielt dieser Glaube durch die Erkenntniss, dass im Ocean die tägliche Ebbe und Fluth durch den Mond veranlasst und sogar die periodischen Schwankungen dieser Erscheinung durch die Stellung des Mondes zur Erde und zur Sonne geregelt werden. Indessen sind die Ansichten über die Einwirkungen des Mondes auf unsere Atmosphäre sehr getheilt: während einerseits die Anhänger der Mondwirkung dem Monde einen so bedeutenden Einfluss auf unsere Witterungserscheinungen einräumten, dass sie sich im Stande glaubten, hieraus zuverlässige und detaillirte Wetterregeln abzuleiten, wurde andererseits von den Gegnern jeder Einfluss des Mondes als nicht existirend verworfen, und jeder Glaube an das Dasein dieses Einflusses als ein Irrthum und Aberglauben betrachtet, welcher den astrologischen Träumereien gleich zu halten sei. Diese beiden sich widersprechenden Ansichten beruhten meistens auf Auktoritätsglaube und entbehrten der nothwendigen Vorbedingung, nämlich einer gründlichen, auf genauen Beobachtungen basirenden Prüfung, und so war es schwer, den richtigen Sachverhalt klar darzulegen. Denn weder das kühne Behaupten, noch das dreiste Ableugnen von Thatsachen ist dem Geiste der echten Naturwissenschaft entsprechend, deren Aufgabe es ist, alle vermeintlichen Ursachen von Erscheinungen qualitativ und quantitativ festzustellen, oder ihre Nichtexistenz zweifellos nachzuweisen. Unsere Aufgabe ist es, alle wichtigeren Meinungen und Ansichten, welche sich auf den Einfluss des Mondes auf unsere Atmosphäre beziehen, und alle Untersuchungen, welche nach dieser Richtung hin gemacht wurden, der Reihe nach anzuführen und namentlich die letzteren in solcher Weise wiederzugeben, dass sich der Leser ein selbständiges Urtheil über den wahren Sachverhalt bilden kann. —

Wenn wir uns zunächst zu dem Alterthum wenden, so ist der erste Schriftsteller, welcher uns mit Mondmeteorologie entgegen-

tritt, Hesiodos. Das III. Buch seiner ἔργα καὶ ἡμέραι (Werke und Tage, Hauslehren) ist dem Einflusse des Mondes auf die irdischen Angelegenheiten gewidmet und bezeichnet die für verschiedene Unternehmungen günstigen und ungünstigen Tage. Aus diesem interessanten Document wollen wir einiges auszugsweise mittheilen (vgl. Uebersetzung von Voss):

„Aber die Tage des Zeus bemerke dir wohl nach der Ordnung
Und gieb Rath dem Gesinde. Den 30. achte den besten,
Nachzusehen das Geschäft und bescheidene Kost zz vertheilen . . .“

Neumond, der 4. und 7. sind heilige Tage, der 8. und 9. des anwachsenden Mondes sind geeignet, ein Geschäft, was dem Manne zukommt, zu bestellen.

„Auch der elfte sodann und der zwölfte auch, beide sind glücklich,
Der zu der Schur, und jener zum Mäh'n muthlabender Feldfrucht . . .“

„Im fortwandelnden Mond ist der dreizehnt' immer bedenklich,
Anzufangen die Saat; doch Pflänzlinge nährt er mit Wachsthum
Aber der sechst' in der Mitt' (18) ist sehr unfreundlich dem Pflanzer;
Gut als Knabenerzeuger, doch unwillfährig den Mägdlein,
Gleich schon bei der Geburt, und glückliche Ehe zu treffen . . .“

„Aber die fünften gescheut; sehr fürchterlich sind sie und graunvoll,
Denn man sagt, dass am fünften umher die Erynyen wandeln,
Rächend den Eid, den gebar zum Verderb' Meineidigen, Eris.
Darauf am siebenten wieder ist leuchtende Sonnenklarheit.“

Man sieht, dass der Mond sich in alle irdischen Angelegenheiten hineinmischt. Zum Schlusse sagt Hesiod:

„Diese nunmehr sind alle den Sterblichen Tage des Segens.
Aber die anderen tappen daher, unbeglückt und geschenklos;
Den nennet der, den jener mit Lob, und wenige wissen's.
Bald stiefmütterlich handelt der Tag, bald väterlich wieder.
Heil dem gesegneten Manne, dem seligen, welcher das Alles
Weiss, und in That ausübt, schuldlos den unsterblichen Göttern,
Wohl durch Vögel belehrt und Uebertretungen meidend!“

Hippokrates räumt dem Monde neben den übrigen Gestirnen einen merklichen Einfluss insbesondere in Bezug auf Krankheiten ein, wobei zu berücksichtigen ist, ob er voll oder nicht voll ist, in welcher Stellung er mit anderen Planeten steht, und in welchen Zeichen des Thierkreises er sich befindet.

Die Διοσήμεια des Aratos geben eine ganze Reihe von Wettervorhersagungen, die dem Monde entlehnt sind. Von der Gestalt der Hörner des Mondes am 3. und 4. Tage lässt sich die Witterung für den kommenden Monat bestimmen: sind am 3. Tage die Monds-

hörner schmal und rein, so ist heiteres Wetter zu erwarten, dagegen sind Winde sehr wahrscheinlich, wenn die Mondhörner schmal und röthlich sind. Sind die Hörner abgestumpft und lichtschwach, so deutet dieses auf Südwind oder Regen. Sind am 3. Tage die Hörner gerade gerichtet, so kann man Westwind erwarten, dagegen Stürme, wenn jenes am 4. Tage der Fall ist. Bei Neigung des oberen Hornes nach vorne entsteht Nordwind, nach rückwärts Südwind.

Schlechtes Wetter und Stürme erfolgen, wenn die Mondscheibe 3 Tage lang roth gefärbt ist. Reiner Vollmond deutet auf Heiterkeit, rother auf Winde und getrübter und gefleckter auf Regen.

Mondhöfe verkünden Heiterkeit, wenn sie schwach sind, Wind, wenn sie zerrissen, und stürmisches Wetter, wenn 2 oder gar 3 vorhanden sind [63]).

Die auf den Mond bezüglichen Wetterregeln, welche Vergil in seinem Gedichte vom Landbau giebt, lehnen sich durchaus an diejenigen des Aratos an, wie folgende Verse (Georgica I 424 ff. Voss) zeigen:

„Wenn du zur reisenden Sonne jedoch und der folgenden Monde
Ordnungen wendest den Blick, nie soll dich die morgende Stunde
Täuschen, noch Hinterlist der heiteren Nacht dich betrügen.
Wenn die erneute Luna, das kehrende Feuer versammelnd,
Jetzo mit trübem Horn den dunkelen Aether umspannte;
Drohen unendliche Güsse dem Ackersmann und dem Segler.
Doch so ihr Angesicht jungfräuliche Röthe bedecket,
Hebt sich der Wind: vor dem Wind erröthet die goldene Phöbe.
Wenn sie im vierten Lauf, denn der ist treffender Deutung,
Klar den Himmel durchschwebt mit ungestumpfeten Hörnern;
Dann ist ganz der Tag, und so viel' nach jenem hervorgehen
Bis zum vollendeten Monde, vor Wind und Regen gesichert
Und erhaltene Schiffer bezahlen am Strand ihr Gelübde
Dir, Panopéa, und Glaukus, und Ino's Sohn Melicertes."

Bei den landwirthschaftlichen Arbeiten wendeten die Römer der Ab- oder Zunahme des Mondes grosse Aufmerksamkeit zu. „Alles", sagt Plinius, „was geschnitten, gepflügt und geschoren wird, geschieht geeigneter beim abnehmenden als beim zunehmenden Monde, dagegen was wieder wachsen soll, wird am besten bei zunehmendem Monde geschnitten." „Daher beobachte ich", sagt Agrasius, „die Regel, die mich der Vater gelehrt hat, dass ich nicht nur die Schafe, sondern auch mein eigenes Haar nur beim wachsenden Monde scheeren lasse, damit ich nicht, wenn ich dieses beim ab-

nehmenden Monde vornähme, kahlköpfig werde." Bei abnehmendem Monde müssen die Aecker gedüngt werden, damit die Saat von Unkraut befreit werde, dagegen Wiesen bei zunehmendem Monde gedüngt werden. Getreide soll bei zunehmendem Monde gesät werden, damit die Halmen recht gedeihen, dagegen Rüben bei abnehmendem Monde, damit das Wachsthum die unterirdischen Theile kräftige. Viele solcher Vorschriften finden wir bei denjenigen römischen Schriftstellern, welche für den Landbau geschrieben haben.

Besonderen Einfluss auf den menschlichen Körper schrieb man dem ab- und zunehmenden Monde zu, so behauptete der berühmte Arzt und Philosoph Pietro d'Abano (um 1250 Professor zu Padua), dass das menschliche Gehirn, sowie das Blut im Menschen bei zunehmendem Monde der Masse nach wachse, bei abnehmendem geringer werde.

Diese vorher mitgetheilten Ansichten wurden im Alterthum und Mittelalter und auch später noch von wissenschaftlichen Autoritäten als lautere Wahrheit vorgetragen. In der neueren Zeit, als das Studium der Natur unter dem Einflusse nüchterner Anschauungen und auf der Basis der Erfahrung sich mächtig gehoben hatte, als alle Bestrebungen, die Wirkungen des Mondes auf unsere atmosphärischen Vorgänge festzusetzen, gescheitert waren und die aufrichtigen Naturforscher fast ausnahmlos zu der Ueberzeugung kamen, dass der Mond keinen merkbaren Einfluss auf unsere Witterungserscheinungen habe, hielt doch das Volk und mit ihm viele Gebildete gegenüber diesen Resultaten den durch das Alter sanktionirten Glauben mit Zähigkeit fest und konnte sich nicht überzeugen, dass der Mond, der doch durch die Erscheinungen der Meeresfluth seine Kraft mit unverkennbaren und gewaltigen Zeichen documentire, durchaus machtlos atmosphärischen Erscheinungen gegenüber sein solle. Der Ausspruch:

„Der Mond soll zwar keinen Einfluss haben, aber hat ihn doch,"

womit Lichtenberg die Volksanschauung illustrirt, hat seine Gültigkeit noch nicht verloren und wird dieselbe in unabsehbarer Zukunft nicht verlieren, denn der Spruch:

„Der Mond ist des Bauern Kalender"

zeugt für die hohe Bedeutung, welche der Landmann dem Monde beilegt.

Es ist eine sehr interessante Thatsache, dass sich die Wetterregeln vom grauestem Alterthum von Generation zu Generation bis zur Jetztzeit fast unverfälscht vererbt haben. In der That

stimmen die Wetterregeln, welche man gegenwärtig in den Kalendern oder auch sonstwo liest, mit denjenigen des Alterthums überein, wie eine kleine Blumenlese, die ich hauptsächlich aus Müldeners „Buch vom Wetter" entnehme, sofort zeigen wird:

„Was man bei Mondes Wachsen sät,
Dasselbe meist ins Kraut aufgeht.
Was man an Mondes Abgang sät,
Dasselbe meist zur Wurzel geht."

„Dat boven den grond wast, by afnemenden mond, dat onder den grond wast, by tonemenden mond te saaien."

„Es ist alwegen im wedel (Vollmond) baum abzuhauven und gewild zu schießen."

„Obst soll man im wachsenden Monde pflücken, weil dasselbe nachreifen soll, dahingegen beim wachsenden Monde kein Holz abhauen, weil dasselbe im wachsenden Safte sonst wurmstichig und nie trocken werde. Auch soll das Unkraut überhand nehmen, wenn der Dünger im wachsenden Monde aufs Feld gebracht wird etc. Der Neumond ist überhaupt für alles zu beginnende eine heilbringende Zeit: Ehen sollen in ihm geschlossen, Häuser in ihm aufgebaut werden; nur beim Neumond soll man in ein neues Haus ziehen, nicht beim abnehmenden Monde; im Neumond Geld zählen vermehrt den Vorrath, dagegen schadet es, wenn der Neumond in einen leeren Beutel scheint. Haare und Nägel müssen im Neumond geschnitten werden, damit sie wieder wachsen, Warzen hingegen, damit sie schwinden, sollen bei abnehmendem Monde abgeschnitten werden. Vieh (und Kinder) werden bei zunehmendem Monde entwöhnt, im abnehmenden würden sie abmagern."

Auch unsere Vorahnen, die alten Deutschen, legten grosses Gewicht auf den Einfluss des Voll- und Neumondes. Nach Tacitus hielten sie zu diesen Zeiten ihre Versammlungen und haben dabei bei ihren Unternehmungen wahrscheinlich auf das ab- und zunehmende Licht Rücksicht genommen.

An Aratos erinnern weiter folgende Bauernregeln: Die Regel „Bleicher Mond regnet gern, röthlicher bringt Wind, weisser bringt schön Wetter", ist wohl eine Uebersetzung des lateinischen Spruches: Pallida luna pluit, rubicunda flat, alba serenat.

„Wenn der Mond hat einen Ring,
So folgt der Regen allerding."

An unserer Nordseeküste gilt folgende Regel:

„Hof um den Mond, das mag noch gehen; aber
Hof um die Sonne, da schreit des Schiffers Weib."

Wie bei den Alten (Aratos) wird noch jetzt viel auf das Ansehen der ersten Neumondslichter gehalten:

„Seht ihr den Neumond hell und rein,
So wird ein gutes Wetter sein;
Ist derselbe aber roth,
So ist er vielen Windes Bot'.
Ist er bleich, so glaube frei,
Dass nasse Zeit dahinter sei."

„Ein helles klares Mondeslicht
Giebt von sehr trockner Zeit Bericht;
Wenn aber solches gleichsam schwimmt,
Alsdann das Nass die Herrschaft nimmt."

„Bei Neumonds trüben dunklen Spitzen,
Mag man sich wohl vor Regen schützen."

„Wird's gleich nach dem Neumond regnen,
So wird's so den ganzen Monat begegnen."

Wie zu den Zeiten des Aratos, so legt noch jetzt der Volksmund insbesondere dem 3. und 4. Mondstage eine grosse Bedeutung bei. So heisst es in den Niederlanden:

„Ist der Mond am 4. Tage schön und klar, so bedeutet es schönes Wetter; ist er bewölkt, so kommt Regen, und ist er am 6. Tage sehr feurig, so folgt Sturm und Unwetter."

Und in der Eifel heisst es:

„Wie der Wind am 3., besonders aber am 4. und 5. Tage nach dem Neumond weht, so weht er den ganzen Monat hindurch," eine Uebersetzung des alten Mönchsspruches:

Prima et secunda nihil, tertia aliquid,
Quarta, quinta qualis, tota luna talis."

Aehnliches besagt die Regel:

Tertia, quarta, qualis, tota lunatio talis.

Diese wenigen Beispiele dürften für unseren Zweck genügen, sie zeigen, dass unsere Landleute die Witterungserscheinungen kaum mit anderen Augen betrachten, als es schon vordem die Alten gethan. Diese Thatsache wird erklärlich, wenn wir erwägen, dass auch in gegenwärtiger Zeit zuverlässige locale Wetteranzeichen wohl kaum vorhanden sind, und dass man bei dem ausserordentlich grossen Einflusse, den das Wetter insbesondere für den Landmann hat, sich alle erdenkliche Mühe gab, solche aufzufinden, und da diese Versuche durchaus vergebens waren, so hielt man diejenigen Regeln fest, die man von den Vorfahren ererbt hatte, und die durch das Alterthum sanctionirt waren.

Nach diesen allgemeinen Darlegungen der Meinungen und Ansichten über den Einfluss des Mondes auf die Witterungserscheinungen, wenden wir uns zu den Untersuchungen, welche auf Grund von längeren meteorologischen Beobachtungen auf dem Gebiete der Mondmeteorologie gemacht sind.

Der Glaube, dass der Mond einen entschiedenen Einfluss auf unsere atmosphärischen Erscheinungen ausübt, erhielt durch die Entdeckung Newton's, dass die Erscheinungen der Ebbe und Fluth eine unmittelbare Wirkung der Gravitation der Sonne, insbesondere des Mondes auf unsere Meere seien, einen neuen und gewichtigen Stützpunkt. An diese ganz gewaltige Attraktionswirkung musste sich unmittelbar die Frage anschliessen, ob jene beiden Himmelskörper nicht auch dieselbe Wirkung auf unser Luftmeer äusserten und um so mehr, da dieses eine viel grössere Beweglichkeit besitzt, als das Wasser.

Mit dieser Entdeckung eröffnete sich mit einemmale ein ungeheures Feld für die Forschung, aber einer solchen Forschung, welche sich von der älteren dadurch unterschied, dass sie sich jetzt, wenige Ausnahmen, wie sie immer vorkommen, abgerechnet, auf dem Boden ernster Wissenschaftlichkeit bewegte und die hervorragendsten Geister sich daran betheiligten. Ueber ein Jahrhundert lang bis zur Jetztzeit hat man unverdrossen, bald mit der Schärfe der Mathematik, bald mit allen Hilfsmitteln der verfeinerten Statistik den Einfluss unseres unfügsamen Nachbars auf die Witterung nach allen Seiten hin untersucht, und wenn auch bei der Vielseitigkeit der Gesichtspunkte und der Schwierigkeit der Frage die Acten über jene Untersuchungen noch nicht ganz geschlossen sind, so können wir doch mit aller Wahrscheinkeit daraus das Facit ziehen, dass die Einwirkungen des Mondes auf unsere Atmosphäre so gering sind, dass sie auf unsere Witterungserscheinungen keinen nennenswerthen Einfluss ausüben, und eine darauf gerichtete Prognosenstellung durchaus verfehlt und den astrologischen Bestrebungen fast gleich zu achten wäre. Hat auch gegenüber diesen Resultaten die Wissenschaft die Mondmeteorologie aus dem Bereiche des Prognosen-Dienstes mit Recht verwiesen, so erscheint dennoch eine eingehende Darlegung des Sachverhaltes dringend nothwendig zu sein, da die überwiegende Anzahl der Gebildeten

keinen Anstand nimmt, sich den alten abergläubischen Träumereien hinzugeben, während ein Theil auf andere Sachen, — und ich erwähne hier die Wetterprognosen auf Grundlage synoptischer Darstellungen — mit grundlosem Selbstgefühl geringschätzig herabschaut, so dass man zu der Ueberzeugung gelangen muss, dass eine solche Art von Bildung weniger aus selbständigen Ansichten und eigener Ueberzeugung, als aus auswendig gelernten, der Mode unterworfenen Anschauungen hervorgeht.

Um die Literatur über die Mondmeteorologie, welche im Verlaufe von mehr als 100 Jahren zu einer ausserordentlich grossen Menge angeschwollen ist, einigermaassen vollständig berücksichtigen zu können, dürfte es sich empfehlen, eine Trennung des Stoffes vorzunehmen, so dass ich zunächst die Untersuchungen über atmosphärische Gezeiten, sodann diejenigen Forschungen, welche sich auf den Einfluss des Mondes auf die Witterung überhaupt, sowie auf die verschiedenen Witterungsfactoren im Einzelnen beziehen, der Reihe nach besprechen werde. Bevor wir jedoch hierauf näher eingehen, dürfte es nicht überflüssig sein, die Bewegungsverhältnisse des Mondes in Beziehung auf unsere Erde in gedrängtester Kürze vorauszuschicken.

Zunächst einige Grössenverhältnisse. Die Entfernung des Mondes von dem Mittelpunkte der Erde beträgt nach Littrow 51 823 Meilen oder $60\frac{1}{3}$ Erdhalbmesser, der Durchmesser des Mondes 454 geogr. Meilen. Im Verhältnisse zur Erde beträgt beim Monde der Durchmesser 0,264, die Oberfläche 0,070, das Volum 0,018 (nahezu $\frac{1}{54}$), die Masse $\frac{1}{88}$, die Dichte 0,619.

Der Mond dreht sich in derselben Zeit einmal um die Axe, während welcher er sich einmal um die Erde dreht; dieses geht daraus hervor, dass uns der Mond seit den ältesten Zeiten stets dasselbe Gesicht, dieselbe Seite, zuwendet (abgesehen von der geringen Veränderung durch die Libration). Wir unterscheiden hauptsächlich 4 Bewegungen, die wir hier kurz betrachten wollen.

1) Periodischer und synodischer Umlauf des Mondes. Wir wissen, dass der Mond täglich um etwa 50 Minuten später aufgeht, als am vorhergehenden Tage, indem seine wahre Bewegung von West nach Ost gerichtet ist. Zu seinem Umlaufe um die Erde braucht er im Mittel 27 Tage, 7 Stunden, 43 Minuten und 5 Sekunden — periodischer Umlauf — und es gehen daher auf 1 Jahr ungefähr 13 Umlaufe. Durch die verschiedenen Stellungen des Mondes zur Sonne und Erde erscheint die Mondscheibe ver-

schieden beleuchtet, indem das Licht vom Neumonde zum Vollmonde (durch das erste Viertel) successive zunimmt, dagegen vom Vollmonde zum Neumonde (durch das letzte Viertel) beständig abnimmt.

Da die Erde während jedes Mondumlaufes selbst in ihrer Bahn um die Sonne fortschreitet, so ist die mittlere Zeit von Neumond zu Neumond, oder von Vollmond zu Vollmond, etwas grösser, und beträgt 29 Tage 12 Stunden 44 Minuten 3 Secunden — synodischer Umlauf.

Vollmond nnd Neumond heissen zusammen die Syzygien, die beiden Viertel die Quadraturen; halbirt man die Zwischenräume zwischen diesen 4 Hauptpunkten, so erhält man die sogenannten Oktanten.

2) Anomalistischer Umlauf. Da die Mondbahn eine Ellipse ist, in deren einem Brennpunkte die Erde steht, so wechselt seine Entfernung von der Erde, so dass der Unterschied des grössten und kleinsten Abstandes ungefähr 6665 Meilen beträgt. Die Punkte grössten und kleinsten Abstandes — Apogäum (Erdferne) und Perigäum (Erdnähe) nennt man auch die Apsiden; sie rücken jährlich um ungefähr 41^0 ostwärts, so dass sie jedesmal nach ungefähr 9 Jahren wieder an dieselbe Stelle kommen. Die Zeit zwischen 2 aufeinander folgenden Stellungen des Mondes im Perigäum oder des anomalistischen Umlaufs beträgt im Mittel 27 Tage 13 Minuten 35 Secunden und ist wegen der rechtläufigen Bewegung der Apsidenlinie grösser als beim periodischen Umlauf.

3) Abweichung des Mondes. Der höchste Stand des Mondes über dem Horizonte (Culmination) ist grossen Schwankungen unterworfen: zur Winterszeit erhebt sich der Vollmond sehr hoch, dagegen der Neumond viel weniger über dem Horizonte, zur Sommerszeit umgekehrt. Der Mond geht etwa alle 4 Wochen 2mal durch den Aequator, das eine Mal aus der südlichen Halbkugel in die nördliche, das andere Mal aus der nördlichen in die südliche und erreicht dabei seine grösste nördliche und südliche Abweichung vom Aequator — Lunistitien (Mondswenden) — so dass derselbe nach dem nördlichen Lunistitium 14 Tage sinkt, dann nach dem südlichen Lunistitium wieder 14 Tage steigt. Die Grösse der Abweichung des Mondes in den Lunistitien schwankt zwischen $18\frac{1}{4}$ und $48\frac{3}{4}{}^0$. Alle 18 Jahre $7\frac{1}{2}$ Monate ist die Abweichung wieder dieselbe.

4) Breite des Mondes. Erdbahn und Mondbahn liegen nicht in derselben Ebene, sondern bilden einen Winkel von 5° 8′ 48″. Die Durchschnittspunkte beider Bahnen werden Knoten genannt. Befindet sich der Mond im Knoten, so ist seine Breite = Null; erhebt er sich nördlich über diese Stelle, so ist er im aufsteigenden Knoten ☊ (Drachenkopf), nach 7 Tagen erreicht er seine grösste nördliche Breite und tritt dann nach 7 Tagen in den absteigenden Knoten ☋ (Drachenschwanz). Diese Periode in der Verschiedenheit der Breite heisst der draconische Umlauf (Drachenmonat). Dieser beträgt 27 Tage 5 Stunden 5 Minuten 36 Secunden. Die Knoten haben eine rückläufige Bewegung von Ost nach West um jährlich 19° 19′ und kommen erst nach 18 Jahren 7½ Monaten wieder zur selben Stelle, so dass jetzt Voll- und Neumond und dieselben Mondphasen wieder auf nahezu dieselben Stunden fallen.

---

a) Einfluss des Mondes auf den Luftdruck.

Die Erscheinungen der Ebbe und Fluth in den Oceanen, welche die allgemeine Schwere in grossartiger und unläugbarer Weise manifestiren, haben eine so auffallende Beziehung zu den Stellungen des Mondes und der Sonne, dass man schon frühe darauf kommen musste, die Ursachen derselben in der Einwirkung dieser Himmelskörper auf unsere Erde zu suchen.

Zweimal am Tage hebt und senkt sich der Wasserspiegel des Oceans mit der grössten Regelmässigkeit: der höchste Stand (Hochwasser) tritt im Allgemeinen ein, wenn der Mond durch den Meridian des Ortes gegangen ist, dann fängt das Wasser wieder an zu fallen (Ebbe) und erreicht etwa nach 6 Stunden den tiefsten Stand (Niedrigwasser); abermals erfolgt ein etwa 6stündiges Steigen (Fluth) und nachdem die zweite Hochfluth erreicht ist, tritt nach 6 Stunden wieder der niedrigste Wasserstand ein. Diese Erscheinungen erfolgen so regelmässig, dass sie auf Stunde und Minute auf Jahre voraus berechnet werden, und werden in einzelnen Fällen nur durch die herrschenden Winde, je nach Stärke und Richtung, mehr oder weniger modificirt.

Bei dem Zustandekommen der Ebbe und Fluth spielt zwar der Mond die wichtigste, aber nicht die einzige Rolle. Denn betrachtet man die täglichen Fluthen etwas genauer, so findet man, dass diese nicht an allen Tagen des Monats gleich hoch sind,

sondern in einer gewissen Abhängigkeit von dem jedesmaligen Abstande der Sonne und des Mondes stehen, so zwar, dass die Fluthen zur Zeit der Syzygien, also bei Neu- und Vollmond am höchsten (Springfluth), dagegen in den Quadraturen am niedrigsten (Nippfluth) ausfallen. Dabei ist die Fluth unter sonst gleichen Umständen höher in der Erdnähe, als in der Erdferne; auch die Breiten der Sonne und des Mondes sind nicht ohne Einfluss. Durch die Trägheit des Wassers, sowie die zufälligen Configurationen der Küsten finden regelmässige Verzögerungen der Fluthen statt, die für verschiedene Orte verschieden sind.

Zur Erklärung dieses Vorganges, welche wir für das Verständniss der nachfolgenden Untersuchungen für nothwendig halten, diene die nebenstehende Skizze. Der Kreis abcd versinnlicht einen durch Mond und Erde gelegten Centralschnitt. Die Anziehung des Mondes wirkt am stärksten auf den nächsten Punkt d, für welchen er im Zenith steht, am wenigsten auf den entferntesten b (Nadir), mit mittlerer Kraft auf die gleich weit entfernten Punkte a und c. Daher wird das Wasser in d dem Mond genähert werden, dagegen in b zurückbleiben, so dass also sowohl in d, als auch in b, eine Fluthwelle entsteht, während in a und c das Meeresniveau erniedrigt wird.

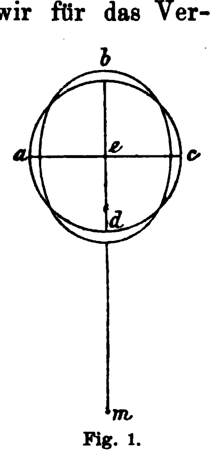


Fig. 1.

Obgleich die alten Griechen und Römer am Mittelmeere wohnten, wo die Gezeiten nur kaum merklich hervortreten, so war ihnen diese Erscheinung nicht ganz unbekannt, ja sie kannten theilweise die Ursachen derselben. Pytheas aus Massilien (Marseille), welcher zur Zeit Alexanders des Grossen lebte, war der erste Gelehrte, der die Erscheinung der Ebbe und Fluth aus eigener Beobachtung kennen lernte. Er machte eine Reise nach dem hohen Norden, wo, wie er sagt, die Sonne im Sommer nicht untergeht oder des Nachts den Horizont eben berührt (Island?). Die Ebbe und Fluth, welche er dort beobachtete, bringt er in Beziehung mit der Bewegung des Mondes[64]). Allerdings bemerkt Plutarch (in Uebereinstimmung mit Plinius) (de Plac. Philos. III, 17): „Pytheas von Massilia macht die Fluth von dem Zunehmen, die Ebbe von dem Abnehmen des Mondes abhängig." Hiernach würde monatlich nur eine Fluth und eine Ebbe stattfinden, welche Anschauung dem Pytheas unmöglich untergelegt

werden kann. Aristoteles bemerkt (de mundo, Cap. 4), dass die Erhebungen des Meeres sich nach den Bewegungen des Mondes richten. Andererseits berichtet Plutarch (de Plac. Phil. III, 17): „Aristoteles und Heraklides leiten sie (Ebbe und Fluth) von der Einwirkung der Sonne ab, welche die meisten Luftströmungen in Bewegung setze und mit sich fortführe. Wenn nun diese auf das atlantische Meer hinfallen, werde dasselbe vorwärts getrieben, schwelle an und verursache die Fluth; wenn sie sich legen, ziehe es sich ringsum wieder zurück und bewirke durch sein Sinken die Ebbe.“

Die Römer, welche erobernd bis zum atlantischen Ocean vorgedrungen waren, erhielten über Ebbe und Fluth genauere Kenntnisse, wie z. B. aus dem IV. Buche Caesars de bello gallico hervorgeht. Plinius beschreibt dieselbe ausführlich in seiner Naturgeschichte (L. II, 97) und erklärt sie als Wirkung der Sonne und des Mondes.

Uebrigens, nach den Erzählungen Strabo's, hätten die Phönicier schon vor Pytheas Ebbe und Fluth gekannt, ja diesen wären sogar die Stärkeunterschiede bei den Quadraturen und Syzygien und die jährliche Periode bekannt gewesen.

Galilei erklärte die Ebbe und Fluth aus der Schwungkraft und aus der doppelten Bewegung der Erde. Indem das Wasser diesen raschen Bewegungen nicht mit derselben Geschwindigkeit folgen könne, häufe es sich auf der Hinterseite an[65]). Ebenso verfehlt war die Erklärung des Cartesius (1596—1650) aus seiner Wirbeltheorie, wonach sich beim Durchgange des Mondes durch den Meridian der Erdwirbel und der Mondwirbel begegnen, beide wegen des verengerten Raumes sich rascher bewegen, so dass das Meer gedrückt und gezwungen wird, gegen die Küsten anzusteigen. Offenbar wird hierdurch die zweite Fluth nicht erklärt, abgesehen davon, dass auch auf dem offenen Ocean eine Hebung des Wassers stattfindet[66]). Ferner war die Erklärung der Ebbe und Fluth durch Wallis irrthümlich, welcher die Ursache derselben in dem Verhalten des gemeinschaftlichen Schwerpunktes des Mondes und der Erde suchte[67]). Weit richtiger war die Ansicht Stevin's, wonach die Erscheinung der Fluth von der Anziehung des Mondes herrührt, allein, da täglich 2 Fluthen erfolgen, so nahm er noch einen dem Mond gegenüberliegenden Punkt an, der dieselbe Erscheinung bewirke. Der Jesuit Nicolo Cabeo (1585—1650) war der Ansicht, dass Ebbe und Fluth aus spirituösen

Substanzen entständen, die an dem Meeresboden erregt würden, Honoré Fabri (1606—1688) meinte, dass die Einwirkung des Mondes auf den Luftdruck jene Erscheinung veranlasse. Vernünftiger und einfacher war die Erklärung des Furnerius, der die Ebbe und Fluth als ein Geheimniss der Natur bezeichnete [68]).

Bei dem Bestreben, seine drei Gesetze weiter auszubauen und namentlich den Grund zu suchen, warum die Planeten sich so, und nicht anders bewegten, kam Kepler auf die Vermuthung einer allgemeinen Beziehung zwischen den Weltkörpern und spricht den Gedanken ganz bestimmt aus, dass Erde und Mond sich nähern und im Schwerpunkte zusammenkommen würden, wenn sie keine Bewegung hätten. Ebbe und Fluth würden durch den Mond hervorgebracht und würde das Wasser nicht durch die Attraktion der Erde gehalten, so würde es nach dem Monde gezogen werden [69]). Diese Vermuthung wurde nicht weiter von ihm verfolgt, und das Problem konnte auch wohl nicht nach dem damaligen Stande der Analysis mit genügender Vollständigkeit gelöst werden. An anderen Stellen lässt er sich, nach seiner Manier, über Ebbe und Fluth in poetischen Ausdrücken aus, so dass ihm sogar Euler vorwirft, er hielte Ebbe und Fluth für die Athmungsäusserung der Erde als eines lebendigen Thieres [70]).

Nachdem Newton, auf der Bahn Kepler's weiter fortschreitend, die allgemeinen Gesetze, nach welchen die Weltkörper sich anziehen, aufgefunden hatte, war es weniger schwer, für die Erscheinung der Ebbe und Fluth eine befriedigende Erklärung abzugeben und eine Theorie zu schaffen. Diese veröffentlichte Newton im Jahre 1687 [71]), und hiermit war auch das Räthsel gelöst, dass durch die Anziehung sowohl auf der dem Monde zugewandten Seite der Erde, als auch auf der abgewandten, gleichzeitig die Flutherscheinungen eintreten müssen. Obgleich Newton seine Untersuchungen nach richtigen Grundsätzen durchgeführt hatte, so bedurfte die Theorie dieses so schwierigen Problems noch mancher Ergänzung, um allen dabei vorkommenden Umständen vollständig gerecht zu werden. Dadurch, dass im Jahre 1740 dieses Problem von der Akademie der Wissenschaften in Paris zum Gegenstande einer Preisaufgabe gemacht wurde, sahen sich die grössten Mathematiker wie Leonh. Euler, Daniel Bernoulli, Maclaurin und Cavalleri veranlasst, diesen Gegenstand mit aller möglichen Gründlichkeit zu untersuchen. Die drei ersteren verfolgten mit durchschlagendem Erfolg die von Newton bereits betretene Bahn, während der letztere die Erklärung

der Erscheinung aus den Cartesianischen Wirbeln abzuleiten versuchte. Eine weitere ausführlichere Arbeit im ersteren Sinne erfolgte durch de la Lande. Die weitere Entwickelung und hohe Vollendung der Theorie der Gezeiten wurde hauptsächlich durch die scharfsinnigen Untersuchungen von Laplace herbeigeführt, und in dem Werke „Mécanique céleste" veröffentlicht. —

Wenn es nach den obigen Erörterungen zweifellos ist, dass durch die Anziehung der Sonne und des Mondes die Erscheinung der Ebbe und Fluth des Meeres bewirkt wird, so folgt daraus unmittelbar, dass durch dieselben Kräfte auch in unserer Lufthülle Gezeiten erfolgen müssen, so dass an jedem Orte der Erde bei der oberen und unteren Culmination des Mondes und der Sonne eine Auflockerung der Atmosphäre und in Folge dessen eine Bewegung derselben nach Westen hin stattfindet, die in stärkerem Maasse auftritt, wenn beide Himmelskörper in Conjunction oder Opposition stehen.

Es wird sich nur noch darum handeln, die Existenz der atmosphärischen Gezeiten als wirklich merkbar darzuthun und ihre Grösse zahlenmässig festzustellen. Die Mittel, welche uns hiefür zur Verfügung stehen, sind die Beobachtung und die Rechnung.

Der Anwendung des Quecksilber-Barometers bei diesen Untersuchungen ist von Wüllerstorf-Urbair nicht mit Unrecht der Vorwurf gemacht worden, dass die Anziehung des Mondes auf die Luft in demselben Maasse, wie auf das Quecksilber des Barometers wirke, und also durch das Quecksilber-Barometer eine Aenderung in der Dichtigkeit der Luft nicht erkannt werden könne. Bei einer ruhenden Atmosphäre würde dieser Einwand allerdings zutreffen, allein ebenso wie beim Wasser müssen auch in der Luft westostwärts fortschreitende Bewegungen eine Fluthwelle zu Stande bringen, und diese Fluthwelle muss, wenn sie irgendwie Bedeutung hat, auch im Gange des Barometers sich abspiegeln. Zudem müssen die Barometerstände bei verschiedenen Stellungen des Mondes, insbesondere bei verschiedenen Breiten, wegen des Lufttransportes verschiedene Mittel geben. Die Anwendung des Aneroids, wie sie Wüllerstorf vorschlägt, hat in dem Umstande ihr Bedenken, dass die Construction dieses Instrumentes noch nicht den nothwendigen Grad der Vollkommenheit erreicht hat, so dass dasselbe in der Wissenschaft nicht, oder höchstens nur als Variationsinstrument für kürzere Zeitintervalle gebraucht werden kann.

Das andere uns zur Verfügung stehende Mittel, in das Wesen

der Erscheinung einzudringen, ist die Analysis, welche bei der Entwickelung der Theorie der Ebbe und Fluth so ausgezeichnete Dienste geleistet und sich hier, wie in vielen anderen Fällen, in so glänzendem Lichte gezeigt hat. Da die Kräfte bekannt sind, welche bei der atmosphärischen Fluth zusammenwirken, so genügt es, das mächtige Werkzeug der Mathematik in Anwendung zu bringen, um sowohl das Dasein als die Grösse der atmosphärischen Gezeiten festzusetzen. — Sehen wir nun zu, wie beide Mittel im Laufe der Zeit zur Anwendung kamen und von welchem Erfolg sie begleitet waren.

Nicht gar lange nachher, nachdem die epochemachenden Arbeiten Newtons über die allgemeine Schwere veröffentlicht waren, kam ein deutscher Physiker und Mathematiker, Johann Andreas von Segner (1704—1777) auf den Gedanken, die Untersuchungen, welche Newton mit durchschlagendem Erfolg in Bezug auf die Wasserhülle unserer Erde durchgeführt hatte, auch auf die Lufthülle derselben anzuwenden und zum ersten Male tritt uns hier ein Bestreben entgegen, die Mathematik zur Lösung meteorologischer Probleme in's Feld zu führen. Dass hierin Segner die Priorität gebühre, hat S. Günther in einer eigenen Abhandlung [72]) nachgewiesen. — Mag auch die Abhandlung Segner's [73]) mancherlei Mängel enthalten, ja dem Hauptresultate nach als verfehlt zu betrachten sein, so war doch die Methode richtig. Dabei muss es ihm zu hohem Verdienste angerechnet werden, dass er einer der ersten Deutschen war, der sich von den Cartesianischen Anschauungen lossagte. Die Voraussetzungen, welche er seinen Untersuchungen zu Grunde legte, waren durchaus mangelhaft; er übertrug die Prämissen, welche Newton für die tropfbarflüssige Masse zu Grunde gelegt hatte, auch auf die gasförmigen; das Mariottesche Gesetz schien damals in Deutschland unter den Gelehrten nicht allgemein Eingang gefunden zu haben und daher waren seine Vorstellungen über das Wesen der luftförmigen Körper noch sehr unvollkommen. Ferner nahm er darauf keine Rücksicht, dass auf der dem Monde abgewendeten Seite der Erde eine Fluth entstehen müsse; auch die Gestalt der Erde als Ellipsoid, sowie ihre Rotation führte er nicht in die Rechnung ein. Für die grösstmöglichste Differenz der Wirkung von Sonne und Mond auf den Luftdruck fand Segner nicht weniger als 286^{mm} (!).

Christian Gottlieb Kratzenstein (1723—1795) suchte aus aërostatischen Gründen nachzuweisen, dass die atmosphärischen

Gezeiten sich im Barometerstande nicht durchaus wiederzuspiegeln brauchten [74].

Den wirklichen erfahrungsmässigen Thatsachen widersprechend waren die Folgerungen, welche Daniel Bernoulli (1700—1782) aus den Newton'schen Gesetzen zog [75]. Bernoulli fand, dass der Barometerstand um 45^{mm} höher sein müsse, wenn die Sonne im Zenith stehe, als da, wo sie sich im Horizonte befinde. Da nach ihm die Anziehungskräfte der Sonne und des Mondes sich verhalten wie 2 : 5, so ergeben sich für die Wirkungen des Mondes auf das Barometer 112^{mm}.

Ebenfalls zu gross war das Resultat, welches Jean le Rond d'Alembert (1717—1783) in seiner von der Berliner Akademie gekrönten Schrift [76] veröffentlichte, nämlich 6,8^{mm}. d'Alembert tadelt in dieser Schrift das Irrthümliche der Rechnung Bernoulli's.

Johann Heinrich Lambert (1728—1777) untersuchte auf Grund von Beobachtungen die Beziehungen des Luftdruckes zu den Mondörtern [77], kam aber zu keinem bestimmten Resultate. Durch Vergleichung der 11 jährigen Beobachtungen in Nürnberg fand Lambert, dass 7 Jahrgänge derselben den Barometerstand zur Zeit des Apogäums höher gaben, als zur Zeit des Perigäums, dass dagegen in den 4 übrigen Jahren der Luftdruck im Perigäum höher war als im Apogäum. Dabei war die Summe der Barometerstände in den letzten 4 Jahren grösser, als die Summe in den 7 Jahren beim Apogäum [78].

Ebenso fand Joh. Kies (1713—1731) keinen Einfluss des Mondes und der Sonne auf den Luftdruck [79].

Paolo Frisi behauptete [80], dass die Wirkung des Mondes und der Sonne nach seinen Rechnungen nur 0,26^{mm} und nach einer späteren Rechnung die Wirkung der Sonne 0,024^{mm} und die des Mondes 0,047^{mm} betrügen.

Gregorio Fontana (1719—1797) fand durch seine Rechnung, die allerdings wenig Zutrauen erweckt, für die Wirkung des Mondes 0,051^{mm} [81].

Guiseppe Toaldo (1719—1797), Professor der Astronomie und Meteorologie an der Universität Padua, Nachfolger des berühmten Galilei, schrieb eine Witterungslehre für den Landbau [82], welche 1774 von der Königl. Akademie der Wissenschaften in Montpellier mit dem Preise gekrönt wurde. Da seine Lehre überall, auch bei den Gelehrten der damaligen Zeit, Eingang fand, lange Zeit hindurch festgehalten und der Ausgangspunkt für

viele sorgfältige Beobachtungen und Untersuchungen wurde, so müssen wir dieselbe hier etwas ausführlicher behandeln.

Toaldo unterschied je nach der Stellung des Mondes zunächst 10 Mondspunkte, welche unsere Atmosphäre besonders beeinflussen sollten, nämlich die vier Viertel des Mondes, das Apogäum und das Perigäum, die zwei Durchgänge durch den Aequator (oder aufsteigendes und niedersteigendes Aequinoctium) und die beiden Lunistitien oder Mondswenden. Zu diesen fügt Toaldo noch vier weitere Mondspunkte hinzu, die Oktanten, welche auf den 4. Tag vor und nach den Syzygien fallen: also 14 wirksame Mondspunkte innerhalb einer Zeit von 29 und 30 Tagen. Ausserdem schreibt er auch noch der Sonne eigene Einflüsse zu, durch welche die Wirkungen der Mondspunkte modificirt werden. Das System ist also ein durchaus complicirtes, welches in seinen mannigfachen Combinationen für alle Hypothesen eine Grundlage abgeben kann.

Toaldo nimmt als erwiesen an, dass der Mond nicht nur die tägliche Ebbe und Fluth des Meeres, sondern auch, durch diese Ebbe und Fluth, Veränderungen in der Luft verursache und zwar nach Verhältniss der Lage, in der er sich gegen die Sonne und Erde befindet, wie sie durch die Mondspunkte gegeben ist. Toaldo verglich nun seine Mondspunkte mit den 50jährigen von Poleni und ihm selbst zu Padua angestellten, dann mit anderen Beobachtungen, z. B. in Kopenhagen, Capo Corso in Afrika, Westminster, China, in der Hudsonsbay, in Quebec, Martinique, Venedig, Rom, Basel, Bern und Florenz und fand (aus Padua und Venedig), dass das Barometer zur Zeit des Apogäums um 1,193^{mm} höher stehe als im Perigäum, in den Quadraturen gewöhnlich um 0,377^{mm} höher als in den Syzygien, höher um die südliche, als die nördliche Mondswende, jedoch sei dieses Verhalten manchmal umgekehrt [83]). Wenn die Apsiden des Mondes sich in den Aequinoctialzeichen befinden, steht das Barometer am höchsten, umgekehrt, wenn die Apsiden in den Sonnenwenden sind. Gegen die Resultate des Frisi erhob Toaldo den Einwand, dass die Elasticität und Trägheit der Luft bei den Rechnungen nicht berücksichtigt seien. Störungen werden hervorgerufen durch das Zusammentreffen von Neu- und Vollmond mit dem Apogäum und Perigäum.

Zur weiteren Prüfung seiner Theorie liess Toaldo durch seinen Neffen Vincenzo Chiminello (1741—1815, Nachfolger des Toaldo) zu jeder Mondstunde Beobachtungen anstellen (mit einem ausgekochten Barometer ohne Nonius). Diese wurden durch-

geführt vom 11. Mai bis zum 4. September 1777 und vom 1. bis 20. Januar 1778, umfassten also 135 Tage. Aus diesen Beobachtungen glaubte Toaldo einen bestimmten, von den Mondstunden abhängigen Gang des Barometers zu erkennen, so dass das Barometer mit aufsteigendem Monde fällt und umgekehrt. Die tägliche Schwankung fand er zu 0,226^{mm}. Die beiden atmosphärischen Fluthen ereigneten sich nach diesen Beobachtungen um 8 resp. 14 Stunden nach der Culmination des Mondes[84].

Die Theorie Toaldo's, welche sich nicht allein auf den Luftdruck, sondern auch ganz besonders auf die einzelnen Witterungserscheinungen bezog, erregte bei den Physikern allgemeines Aufsehen, so dass man bemüht war, dieselbe mit den Beobachtungen zu vergleichen. Cotte giebt in seinen Mémoires (T. I., p. 622) 2 Tabellen, in welchen er die Resultate 12jähriger Barometer-Beobachtungen in Montmorency in Bezug auf die Mondspunkte zusammenstellt, aus welchen Tabellen wir nur die Barometerstände reproduciren.

Setzen wir den Barometerstand im Perigäum (752,66^{mm}), wo derselbe am niedrigsten ist, = 0, so erhalten wir in Millimeter:

Neumond . .	0,90	Aufsteig. Aequin.	0,90	Apog. . .	0,67
Erstes Viertel .	0,85	Absteig. „	1,35	Perig. . .	0,00
Vollmond . .	0,79	Südl. Lunist. .	1,17		
Letztes Viertel .	0,67	Nördl. „ .	0,72		

Hiernach wäre im Perigäum der Luftdruck geringer, als im Apogäum, aber in den Syzygien um ein Geringes grösser als in den Quadraturen. Die vollständigeren Tabellen weisen nach, dass das südliche Lunistitium und das Perigäum am meisten Einfluss haben auf die Aenderungen des Luftdrucks und am wenigsten der Vollmond und das absteigende Aequinoctium.

Auf Veranlassung von Laplace untersuchte Cotte (T. I, p. 624) für den Zeitraum vom 5. September 1774 bis zum 22. August 1778 während 49 Lunationen durch dreimalige tägliche Beobachtungen die Variationen des Barometers von Morgens bis Mittags und von Mittags bis Abends und fand für die Syzygien und Quadraturen:

Mondphasen.	Gestiegen.		Gefallen.	
	Morgens.	Abends.	Morgens.	Abends.
Neumond . . .	21 mal	22 mal	20 mal	23 mal
Vollmond . . .	23 „	25 „	19 „	16 „
Summe .	44 mal	47 mal	39 mal	39 mal
	91 mal		78 mal	
Erstes Viertel . .	20 mal	26 mal	22 mal	20 mal
Letztes Viertel .	24 „	24 „	20 „	20 „
Summe .	44 mal	50 mal	42 mal	40 mal
	94 mal		82 mal	
	185 „		160 „	

Hieraus folgt

1) dass bei diesen Mondspunkten das Barometer öfters steigt, als fällt;

2) dass in den Syzygien, insbesondere in den Quadraturen, das Barometer häufiger am Nachmittage steigt, als am Morgen. Für die Abnahme des Luftdrucks in den verschiedenen Tageszeiten geben die Zahlen nur sehr unbedeutende Unterschiede.

Auf eine Bemerkung Lamarck's, welcher sehr eifrig für die Lunarfluth eintrat, über die verschiedenen Barometerstände in den Lunistitien untersuchte Cotte (T. II, p. 81) seine Beobachtungen von 1771—1782 und kam zu dem Resultate, dass beim Uebergange des Mondes aus dem nördlichen Lunistitium in das südliche der Luftdruck um $0{,}374^{mm}$ höher stehe, als umgekehrt.

Kein entschiedenes Resultat gaben die Rechnungen van Swinden's, welcher die Beobachtungen von 1776—1778 in Bezug auf die Mondspunkte bearbeitete [85]); dasselbe gilt bezüglich der Resultate, welche de la Mothe aus den 3jährigen Beobachtungen (1777—1779) zu Bordeaux erhielt [86]).

Mayer jr. benutzte die 4jährigen Beobachtungen von 1779 bis 1782 zu Mülhausen im Elsass zur Vergleichung und erhielt folgendes Resultat [87]) (Abweichungen vom Mittel in Millimeter):

Neumond . .	— 0,38	Südl. Lunist.	— 0,95	Apog. .	+ 0,18
Erstes Viertel	+ 0,38	Nördl. „	+ 0,18	Perig. .	— 0,74
Vollmond . .	+ 0,53	Aufst. Aequin.	+ 0,18		
Letztes Viertel	— 0,18	Abst. „	+ 0,52		

Diese Zahlen geben für die Quadraturen kein entschiedenes Resultat, für die übrigen Mondspunkte stimmen die Ergebnisse im Allgemeinen mit denen von Cotte erhaltenen überein. Es sei jedoch bemerkt, dass die einzelnen Jahrgänge, die hiebei in Betracht kamen, ausser beim Perigäum und Apogäum sehr verschiedenartige Werthe geben.

Luke Howard bemerkt bei Besprechung der 10jährigen Londoner Beobachtungen: „Es scheint mir evident zu sein, dass die Atmosphäre einer periodischen Veränderung ihrer Schwere unterworfen ist, vermöge welcher das Barometer (im 10jährigen Mittel) um wenigstens 2,5^{mm} (0,1″) sinkt, wenn der Mond von seinen Quadraturen zur Conjunction oder Opposition geht, und um ebenso viel wieder steigt, wenn er von den Syzygien zu den Quadraturen zurückkehrt: eine Wirkung, welche sich keiner anderen Ursache, als der Anziehung zuschreiben lässt, welche Mond und Sonne auf den Dunstkreis äussern. Die Luft ist eine schwere Flüssigkeit; es lässt sich daher a priori, nach Art Newton's, beweisen, dass die Atmosphäre eben so gut als der Ocean Ebbe und Fluth haben muss, und dass diese im Verhältniss ihrer viel geringeren Dichtigkeit geringer ist[88]."

In Deutschland war der Abt Hemmer (1733—1790) der Leiter der Societas meteorologica Palatina, zu der Einsicht gekommen, dass bei heiterem Himmel das Barometer am höchsten stehe, umgekehrt bei trübem, und vermuthete, dass diese Thatsachen auf dieselben Ursachen zurückzuführen seien, nämlich auf die Stellung des Mondes. Aus den Beobachtungen von 1781—1785 leitete er ab, dass das Barometer zur Zeit des Vollmondes höher stehe, als in den Quadraturen; als einzige Ausnahme führt er das Jahr 1782 an, wo beim ersten Viertel das Umgekehrte stattfand. Dieselben 5 Jahre benutzte Albin Schwaiger, Beobachter auf dem hohen Peissenberge, zu derselben Rechnung, erhielt aber kein entschiedenes Resultat[89]).

Die in Bayern auf Veranlassung des Kurfürsten Carl Theodor gegründete meteorologische Gesellschaft brachte die Barometerschwankungen in Verbindung mit den Mondspunkten[90]). Schon im ersten Jahrgange der Ephemeriden macht Professor Franz Xaver Epp (S. 67) mehrere Vergleichungen der Barometerstände und der Witterung mit den Mondspunkten, bemerkt aber, dass die Nachrichten nicht übereinstimmend sind und er sich nicht getrauen kann, aus den Beobachtungen ein sicheres Resultat ab-

zuleiten. Im zweiten Jahrgange (1782) kam Epp zu folgendem Resultat: „dass der Hang, das Schweremaass auf und über den mittelmässigen Stand zu heben, bei den Mondsaspekten grösser sei, als das Gegentheil, so dass sich jenes zu diesem fast wie 26 : 9 verhält. Besonders zeichnen sich die Erdferne und der Vollmond vor anderen Mondspunkten aus. Die Bestimmung der Ursache, warum zur Zeit der Syzygien und Quadraturen die Luft meistens schwerer wird und warum der Barometerstand in einer Strecke von vielen Meilen sich ähnlich verändert, überlassen wir den Herren Astronomen." Im dritten Jahrgange findet sich die Wirkung der Mondspunkte in viel schwächerem Maasse wieder (S. 33); im folgenden Jahrgange war der Barometerstand beim Vollmonde am höchsten (S. 28), dann beim Neumond (gleich dem mittleren Barometerstand), am geringsten in den Quadraturen. „Wenn man alle diese Berechnungen mit aufmerksamen Augen betrachtet", sagt Epp, „so ist die Verbindung des Barometers mit dem Lauf des Mondes nicht in Zweifel zu ziehen." Im 5. Jahrgange (S. 29 ff.) werden die Ansichten schon schwankender und gehen zuletzt über in den Satz: „Es bleibt also immer sehr wahrscheinlich, die Hauptveränderungen möchten nicht so sehr den Mond, als die Jahreszeiten selbst, und deren Ursache, die Sonne nämlich, zum Gegenstande haben."

Von den sonderbaren Ergebnissen der Lösung der Preisfrage, welche die bayerische Akademie 1781 gestellt hatte, habe ich schon S. 65 ff. gesprochen. Nach Kaspar Steer bringen die Wirkungen von Sonne und Mond atmosphärische Gezeiten hervor. Die Luft müsse auf dem Parallelkreise, auf welchem sich der Mond befinde, am mächtigsten angezogen und erhoben werden, und daher stehe beim nördlichen Lunistitium das Barometer bei uns höher, als beim südlichen, und umgekehrt. Die Sonne wirke schwächer als der Mond, und es würde dadurch die Wirkung des letzteren bald geschwächt, bald verstärkt [91]).

Später veröffentlichte Steer 20jährige Beobachtungen [92]), woraus er nachzuweisen versuchte, dass die strengen Winter in dem Zeitraume von 1782 bis 1802 sich zu einer Zeit ereigneten, als der aufsteigende Mondsknoten bei 23° Abweichung in den ersten Graden des Widders sich befand, dagegen die gelinden stattfanden, als der aufsteigende Knoten bei geringer Abweichung im Anfange der Wage lag. Auch mit den übrigen Mondspunkten (und Planetenstellungen) verglich er seine Beobachtungen.

In sehr gründlicher und erschöpfender Weise wurde das Problem der atmosphärischen Ebbe und Fluth von Laplace gelöst 98). Laplace leitet die atmosphärische Fluth ab: 1) aus der direkten Wirkung der Sonne und des Mondes auf die Atmosphäre, 2) aus der periodischen Hebung und Senkung des Weltmeeres, als der beweglichen Basis der Atmosphäre und 3) aus der Anziehung, die das Meer, dessen Gestalt sich periodisch ändert, auf die Atmosphäre ausübt. Die atmosphärische Fluth ist die Combination zweier partieller Fluthen, nämlich der durch die Sonne und der durch den Mond hervorgebrachten, wobei die Einwirkung des Mondes grösser ist; und jene ist an dieselben Gesetze geknüpft, wie die Gezeiten des Meeres, so dass die Periode der Sonnenfluth einen halben Sonnentag, die der Mondsfluth einen halben Mondstag ausmacht. Daher findet die Sonnenfluth täglich zu derselben Stunde statt, während die Mondsfluthen sich täglich regelmässig verspäten, so dass diese erst nach Verlauf eines halben Monats mit denselben Sonnenständen wieder zusammentreffen. Man wird desshalb am besten die zu bestimmten Stunden angestellten Beobachtungen nach halben (Monds-) Monaten gruppiren, um den Werth der Mondsfluthen festzustellen. Beispielsweise würde dem Maximum der Mondsfluth, welches am Tage der Syzygien um etwa 9^h a. m. (9 Uhr Morgens) fiele, ein Minimum um 3^h p. m. (3 Uhr Nachmittags) entsprechen; umgekehrt wird sich die Sache am Tage der Quadraturen verhalten, so dass also die Variation am ersteren Tage vergrössert, am letzteren vermindert wird. Der Unterschied zwischen diesen Variationen wird das Doppelte des Betrages der atmosphärischen Mondfluth sein. Da indessen das Maximum dieser Fluth nicht auf 9^h a. m. fällt, so muss man nach Laplace zur Bestimmung ihrer Grösse und Eintrittszeit die Beobachtungen aller Tage anwenden, sei es zur Zeit der Syzygien oder der Quadraturen, welche um 9^h a. m. am Mittage, und um 3^h p. m. gemacht sind.

„Man muss hier eine wichtige Bemerkung machen, ohne welche es unmöglich sein würde, eine so kleine Grösse wie die Mondsfluth unter den grossen Variationen des Barometers zu erkennen. Je näher die Beobachtungen einander liegen, desto unmerklicher ist die Wirkung dieser Variationen. Bei einem Resultate, welches aus Beobachtungen von einem Tage geschlossen ist, und in dem kurzen Zeitraum von 6 Stunden, ist sie fast Null. Das Barometer ändert sich fast immer mit zu grosser Langsamkeit, um die Wirkung dieser regelmässigen Ursachen merklich zu stören. Dess-

halb ist das mittlere Resultat der täglichen Variationen eines jeden Jahres immer sehr nahe dasselbe, obgleich unter den absoluten Mittelständen des Barometers von verschiedenen Jahren Unterschiede von mehreren Millimetern vorhanden sind, so dass man, wenn man den mittleren Stand um 9^h a. m. eines Jahres mit dem mittleren Stand um 3^h p. m. eines anderen Jahres vergleicht, oft eine sehr fehlerhafte tägliche Variation und zuweilen eine vom umgekehrten Zeichen mit der wahren haben würde. Es ist also wichtig zur Bestimmung sehr kleiner Grössen, dass man sie aus den am nämlichen Tag gemachten Beobachtungen ableite und eine grosse Zahl so erhaltener Werthe ins Mittel nehme. Man kann also die Mondfluth aus einem System von Beobachtungen bestimmen, welche täglich wenigstens zu 3 verschiedenen Stunden angestellt sind, übereinstimmend mit dem auf der Pariser Sternwarte befolgten Systeme."

Indem Laplace den Betrag der atmosphärischen Ebbe und Fluth nach derjenigen des Meeres berechnete, und die Beobachtungen, welche Bouvard vom 1. October 1815 bis zum 1. October 1823, um 9^h a. m., Mittags und 3^h p. m. gemacht hatte, zu Grunde legte, fand er den Betrag der atmosphärischen Mondsfluth zu etwa $^1/_{18}{}^{mm}$ und den Eintritt des Maximums derselben zur Zeit der Syzygien um $3^1/_3$ Uhr Nachmittags.

Die von Laplace für die Mondswirkung abgeleitete Formel ist:

$$R \cos [2nt + 2\pi - 2mt - 2(m't - mt) - 2\lambda],$$

wobei R von der Wirkung des Mondes auf die Atmosphäre, λ von der Zeit des Maximums der Mondsfluth am Tage der Syzygie abhängt; mt bezeichnet die mittlere Bewegung der Sonne während der Zeit t, m't die mittlere Bewegung des Mondes während derselben Zeit, nt die Umdrehungszeit der Erde und π die geographische Länge. Alle Grössen sind vom Frühlingsäquinoctium an gerechnet, so dass $nt + 2\pi - mt$ den Stundenwinkel der Sonne bedeutet. Wird dieser gleich h gesetzt, so geht die Formel über in:

$$R \cos [2h - \lambda (m't - mt) - 2\lambda].$$

Hieraus ergiebt sich mit zu Grundelegung der obigen Beobachtungen:

$$2R = 0{,}05443$$
$$\lambda = 49^0\ 39', \text{ in Zeit} = 3^h\ 18^m\ 36^{sec.}$$

Die Art der Declination der Sonne und des Mondes hat nach Laplace keinen Einfluss auf unsere Atmosphäre.

Indessen macht Laplace darauf aufmerksam, dass man eine sehr grosse Zahl von Beobachtungen anwenden, diese vortheilhaft combiniren und eine Methode benutzen müsse, welche zur Bestimmung der Wahrscheinlichkeit dient, dass der Fehler der erhaltenen Resultate in engen Grenzen eingeschlossen sei, eine Methode, ohne deren Anwendung man in den Fall kommen könnte, die Wirkungen regelmässig wirkender Fehlerquellen für Gesetze der Natur anzusehen, wie es leider nur zu oft in der Meteorologie geschieht. Durch Anwendung der Theorie der Wahrscheinlichkeiten auf die oben angegebenen Zahlen bestimmte Laplace die Wahrscheinlichkeitsgrenzen der anomalen Barometerschwankungen und fand diese zu $\pm$ $^{1}/_{32}$, welcher Werth den vollen Betrag der Mondswirkung ausmacht, so dass also das Endresultat dahin lautete, dass nach dieser Beobachtungsreihe für Paris die Wirkungen der atmosphärischen Fluth unmerkbar sind.

Die Resultate wurden aus 4752 Beobachtungen abgeleitet, allein um denselben eine hinreichende Wahrscheinlichkeit zu geben, sind nach Laplace wenigstens 40 000 Beobachtungen erforderlich. Die geringe Dichte des Meeres in Bezug auf die mittlere Dichte der Erde gestattet nach Laplace nicht, der periodischen Gestaltsveränderung des Meeres einen merklichen Einfluss auf die Mondsfluth zuzuschreiben, und, da die Luft weit weniger unregelmässig über die Erdoberfläche verbreitet ist als das Meer, so müsse der Einfluss auf die atmosphärische Fluth weit geringer sein, als auf die Meeresfluth. — Allein die Hebungen und Senkungen des Meeres müssen einen Strömungswechsel der Luft und eine locale Verkürzung und Verlängerung der Luftsäulen bedingen und diese als Luftdruckänderungen wahrgenommen werden. „Tägliche Beobachtungen in Häfen, wo die Fluth eine bedeutende Höhe erreicht, würden diesen sonderbaren Punkt in der Meteorologie aufklären.“

Eine längere Beobachtungsreihe, nämlich eine 12jährige vom 1. Januar 1815 bis zum 31. December 1827, benützte A. Bouvard, um nach der von Laplace gegebenen Formel den Mondeinfluss zu berechnen. Während der 12 Jahre fanden 298 Syzygien und eben so viel Quadraturen statt. Die Mondspunkte wurden nun in der Weise in Rechnung gezogen, dass auf eine Syzygie oder Quadratur 5 Tage gerechnet wurden, nämlich zu dem betreffenden Tage noch

die beiden vorhergehenden und nachfolgenden. Wir theilen die von Bouvard erhaltenen Mittelwerthe in nachstehender Tabelle mit (750^{mm} +):

2. Tag vorher	5,567		2. Tag vorher	6,244	
1. „ „	5,685		1. „ „	6,761	
Syzygien . .	5,901	5,772	Quadratur . .	6,589	6,131
1. Tag nachher	5,840		1. Tag nachher	6,093	
2. „ „	5,775		2. „ „	6,100	

Vergleicht man direkt die Tage der Syzygien und Quadraturen, so ergiebt sich für die Quadraturen ein Ueberschuss von $0{,}688^{mm}$, aber bei 5tägigen Mitteln fällt dieser Werth auf etwa die Hälfte $= 0{,}359^{mm}$ herab. Den Unterschied der Barometerstände im Apogäum und Perigäum fand Bouvard zu Gunsten der ersteren $= 0{,}546^{mm}$. Für die Grösse der Mondfluth erhielt Bouvard $0{,}01763^{mm}$, also etwa den 3. Theil des Werthes von Laplace, und für die Eintrittszeit $2^h\ 8^m$.

Hieraus folgerte Bouvard, dass der Mond in unseren Breiten keinen merklichen Einfluss auf unsere Atmosphäre ausüben könne und hielt daher jede weitere Untersuchung für überflüssig. Indessen sah er es als wahrscheinlich an, dass die Mondswirkung unter dem Aequator beträchtlicher ausfallen werde, wo die Barometerstände nicht so stark und häufig durch zufällige Ursachen gestört würden, wo vielmehr das Barometer keine anderen Variationen, als die der täglichen Periode erleidet.

Vergleicht man beide Untersuchungen, welche nach derselben Methode nur mit sehr geringen Modificationen in Bezug auf Benutzung der Beobachtungen und der Berechnungsweise angestellt und um einen 3jährigen Zeitraum von einander verschieden sind, so sinkt bei der letzteren die Grösse des Mondeinflusses auf 1/3 des früheren Werthes herab, während die Zeit des Eintrittes des Maximums am Tage der Syzygien um mehr als eine Stunde sich verschiebt, so dass uns diese Untersuchungen allein von dem Dasein der atmosphärischen Gezeiten mit voller Gewissheit nicht überzeugen können [94]).

Hallaschka berechnete die 10jährigen Beobachtungen (1818 bis 1827) in Prag in Beziehung auf die Mondspunkte [95]); wir geben die Abweichungen vom allgemeinen Mittel ($743{,}52^{mm}$) hier wieder (vergl. Tabelle I p. 118).

Die grössten Unterschiede ergeben sich zwischen dem nördlichen und südlichen Lunistitium ($1{,}64^{mm}$) und zwischen Apogäum und Perigäum ($1{,}04^{mm}$); andere Schlüsse lassen sich aus den Zahlen wohl schwerlich ziehen.

Um den Einfluss der täglichen von der Sonne hervorgebrachten Variationen des Barometers möglichst unschädlich zu machen, beobachtete Flaugergues 19 Jahre lang (vom 19. Oct. 1808 bis 18. Oct. 1827) in Vivier täglich das Barometer um Mittag, wozu allerdings jede andere Tagesstunde hätte benutzt werden können. Er benutzte zur Beobachtung ein gutes, sorgfältig ausgekochtes Gefässbarometer, dessen Röhre $5{,}6^{mm}$ Durchmesser hatte. Die Beobachtungen selbst und die Reductionen wurden mit der grössten Sorgfalt ausgeführt. Die Abweichungen vom Mittel ($755{,}44^{mm}$) aus 6915 Beobachtungen geben wir in der Tabelle I p. 118 wieder.

Aus diesen schliesst nun Flaugergues: 1) Das Barometer macht während eines synodischen Umlaufes eine regelmässige Oscillation, so dass dasselbe im 2. Oktanten sein Minimum, bis zum letzten Viertel sein Maximum erreicht; der Unterschied beträgt $1{,}67^{mm}$. Da hier die Sonnenwirkung als constant angenommen, also vernachlässigt werden kann, so betrachtete er den synodischen Umlauf des Mondes als einen der scheinbaren täglichen Mondbewegung gleichenden Umlauf unserer Trabanten und die dabei eintretende Einwirkung auf die Atmosphäre als nur durch die Attraktion des Mondes hervorgebracht. Beträgt nun der mittlere Mondstag 24^h 50^m mittlere Sonnenzeit, so erreicht das Barometer bei einem Mondstande von 135^0 östlich vom Meridian oder 9 Uhr $18^3/_4$ Min. mittlere Zeit vor der Culmination sein Minimum und bei einem Mondstande von 90^0 westlich vom Meridian oder 6^h $12^1/2^m$ nach der oberen Culmination des Mondes sein Maximum, so dass also die Zeitdifferenzen von dem niedrigsten und höchsten, und von diesem wieder bis zum tiefsten Stande nicht gleich sind, indem die erstere Differenz 15^h 13^m, letztere nur 9^h 20^m beträgt. Also bei den durch den Mond verursachten Schwankungen fällt das Barometer rascher, als es steigt. Abweichend von der Ebbe und Fluth des Meeres, welche täglich 2mal erfolgt, bringt der Mond bei einem täglichen scheinbaren Umlaufe um die Erde nur einmal eine atmosphärische Ebbe und Fluth hervor.

2) Die Wirkung des Mondes auf die Atmosphäre hängt von der Declination desselben ab, so zwar, dass wenigstens in der Breite von Vivier das Barometer beim nördlichen Lunistitium höher steht,

als beim südlichen und zwar um 0,31^{mm}, ein Resultat, welches der Laplace'schen Theorie widerspricht, wonach die Declination sowohl der Sonne als des Mondes keinen merklichen Einfluss auf die Atmosphäre ausübt.

3) Die Wirkung des Mondes ist bedingt durch den Abstand desselben von der Erde. Nach den mitgetheilten Zahlen ist der Barometerstand im Perigäum um 1,10^{mm} niedriger als im Apogäum.

Von einem Theoreme Newtons ausgehend, dass die Wirkungen des Mondes beim Perigäum und Apogäum sich verhalten, wie die Kuben der mittleren Parallaxen für beide Orte, kommt Flaugergues zu dem Schlusse, dass die Abnahme des Luftdruckes durch den Mond im Perigäum 3,90^{mm} und beim Apogäum 2,84^{mm} betrage (also Differenz 1,06^{mm}) [96].

Die Resultate, welche Flaugergues durch seine Untersuchungen erhalten hatte, waren ganz geeignet, wieder von Neuem die Aufmerksamkeit der Gelehrten auf den Mondeinfluss auf die Atmosphäre zu lenken, der durch Laplace und Bouvard als so verschwindend klein hingestellt war, dass weitere Forschungen wenigstens für die Praxis als vollständig überflüssig erschienen.

Zu den Resultaten Flaugergues' bemerkt Mädler [97]: „Der regelmässige Gang der Resultate, eine Folge der grösseren Beständigkeit des Barometers im südlichen Frankreich, macht Flaugergues' Arbeit zu einer der wichtigsten über diesen Gegenstand, und schwerlich dürfte nach Ansicht desselben noch irgend ein Zweifel über den Zusammenhang zwischen den Mondphasen und dem Barometerstand übrig bleiben."

Eugen Bouvard, Neffe des Alexis Bouvard, prüfte die Arbeiten seines Oheims und zog 23jährige Beobachtungen in Rechnung (1810—1832), indem er für jeden Tag des synodischen und anomalistischen Monats die Mittel berechnete. Da Bouvard jedem synodischen Monate 30 Tage gab, so musste häufiger ein Tag doppelt gerechnet werden, wenn der 30. Tag der erste des neuen Mondmonates war [98] (vergl. Tabelle II p. 119).

Die Zahlen für den synodischen Umlauf geben im Allgemeinen einen höheren Barometerstand in den Syzygien und eine Abnahme derselben nach Eintritt der Quadraturen, insbesondere nach dem ersten Viertel, so dass deutliche Minima am 13. und 27. Mondstage zu erkennen sind. Die Zahlen für den anomalistischen Monat sind so unregelmässig, das daraus keinerlei Schlüsse zu ziehen sind (vergl. Tabelle II p. 119.)

Gründliche und umfassende Untersuchungen über den Einfluss des Mondes auf den Luftdruck wurden von Eisenlohr gemacht[99]). Um den etwaigen Einfluss des Mondes auf unsere Atmosphäre während der jährlichen Periode bestimmen zu können, theilte Eisenlohr in seinem „Klima von Karlsruhe" sämmtliche synodische Mondumläufe in zwölf Monate, von welchen der erste immer mit dem ersten Neumond nach dem Wintersolstitium anfängt, und mit dem 2. Neumond endigt; der zweite Monat beginnt mit dem 2. Neumond etc. Es zeigte sich jedoch, dass die Verschiedenheit der Jahreszeiten auf die vom Monde abhängenden Veränderungen des Barometers und der Witterung keinen merklichen Einfluss äussert. In der Tabelle II p. 119 ist für jeden Mondstag die Abweichung vom mittleren Barometerstand (753,88^{mm}) aus dem Zeitraume vom 26. December 1810 bis zum 4. Januar 1821 angegeben, so dass jede Zahl aus 124 Beobachtungen resultirt, nur der 29., mit welchem Tage auch der 30. Mondstag vereinigt ist, enthält 190 Beobachtungen. Eisenlohr setzte, mit Neumond beginnend, das erste Viertel auf den 3., den Vollmond auf den 15. und das letzte Viertel auf den 22., was dahin zu berichtigen ist, dass das erste Viertel auf den 3,4. der Vollmond auf den 15,3. und das letzte Viertel auf den 23,2. Tag zu setzen ist.

Aus der Tabelle ergiebt sich eine überraschende Uebereinstimmung mit den von Bouvard erhaltenen Zahlen. Vom 1. bis 6. und vom 19. bis 29. steht das Barometer beständig über, und vom 7. bis 18. unter dem Mittel. Sieht man von den kleinen Abweichungen vom regelmässigen Gange ab, so gilt im Allgemeinen, „dass das Barometer zur Zeit des letzten Viertels seine grösste Höhe erreicht, dann gegen den Neumond hin etwas fällt, einige Tage nach dem Neumond ein zweites kleineres Maximum erreicht und hierauf fast während der ganzen Zunahmsperiode des Mondes fortdauernd fällt. Auf das einige Tage nach dem Vollmond stattfindende Minimum folgt wieder ein Steigen des Barometers, welches bis zu dem im letzten Viertel eintretenden Maximum ziemlich gleichmässig fortgeht." Dieses Resultat bestätigt auch dasjenige, welches Flaugergues aus 19jährigen Beobachtungen in Vivier erhielt.

In derselben Weise bearbeitete Eisenlohr die 27jährigen Beobachtungen, welche Herrenschneider von 1806 bis 1832 in Strassburg angestellt hatte[100]). Er erhielt 333 synodische Mondsumläufe, worunter 177 30tägige, so dass also nach seiner früheren

für Karlsruhe durchgeführten Methode die Mittel aus 510 Beobachtungen gebildet waren. Die Abweichungen der Barometerstände vom Mittel (750,28^{mm}) finden sich in Tabelle II p. 119 (vergl. auch Tabelle I). Das Barometer steht in den ersten Tagen des Monats ziemlich hoch, fällt aber vom 9. an regelmässig bis zum 12., wo es seinen tiefsten Stand erreicht, hierauf steigt es wieder ziemlich gleichförmig bis zum Maximum am 22., in den folgenden Tagen fällt es wieder, am 28. treten aber kleine Schwankungen ein, jedoch bleibt das Barometer bis zum 8. mit Ausnahme weniger Tage über der mittleren Höhe. Dieses Resultat stimmt mit den Beobachtungen zu Paris, Vivier und Karlsruhe, wie ein Blick auf die beigefügte Curventafel II p. 103 sofort zeigt.

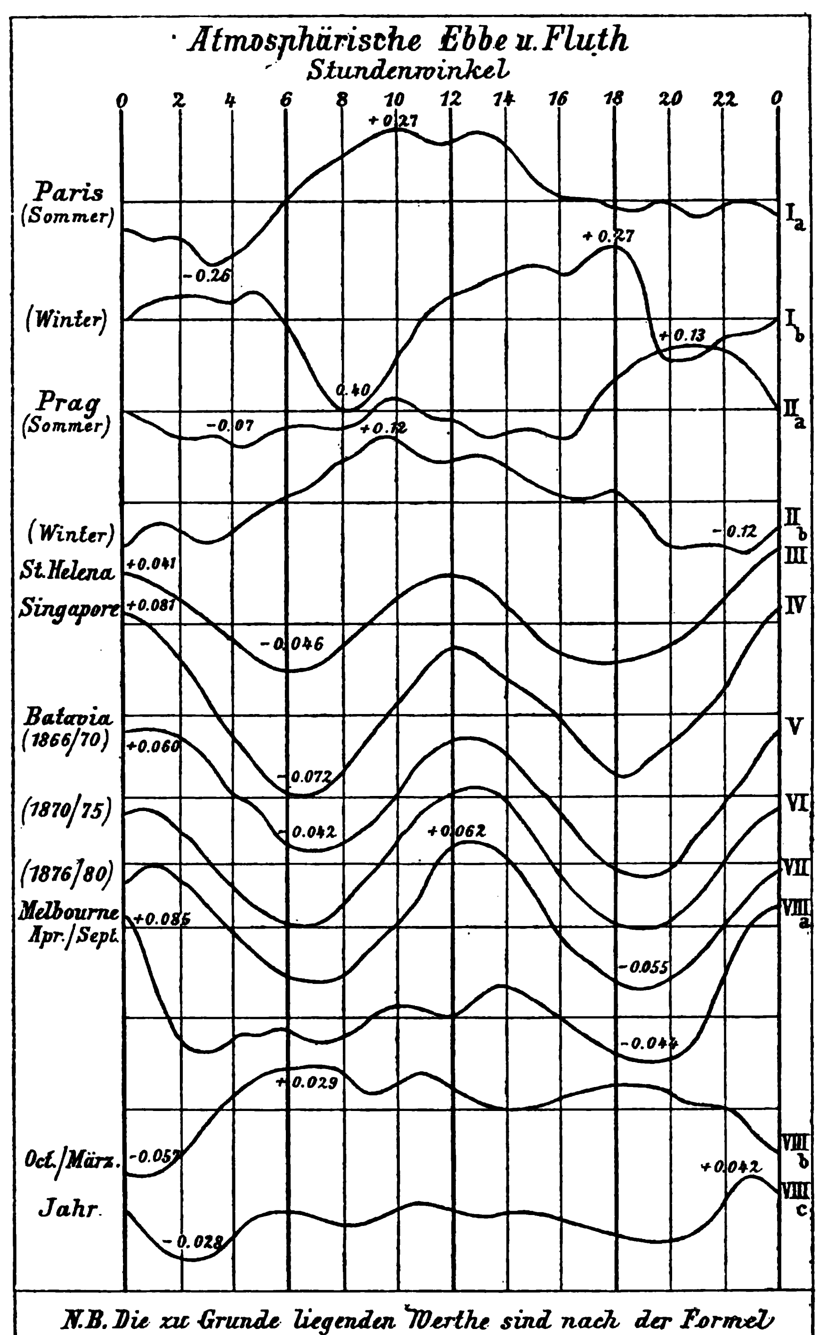
In Bezug auf die Jahreszeiten gelangt Eisenlohr zu folgendem Ergebniss:

„1) Die regelmässige Oscillation des Barometers während eines synodischen Umlaufs des Mondes ist in jeder Jahreszeit merklich, aber, wie alle Schwankungen des Barometers, im Winterhalbjahre bedeutender als im Sommer; dabei steht in jeder Jahreszeit das Barometer im abnehmenden Mond höher, als im zunehmenden. Ferner zeigt sich im abnehmendem Monde immer ein Maximum des Barometerstandes, das gewöhnlich auf's letzte Viertel fällt, und ebenso zeigt sich ein diesem vorhergehendes Minimum im zunehmenden Mond, das gewöhnlich auf den zweiten Oktanten fällt, ein zweites meistens kleineres Maximum tritt in den ersten Tagen des zunehmenden Mondes ein, welchem ein zweites, immer kleineres Minimum im 4. Oktanten vorhergeht.

2) Der Einfluss der Lunistitien auf die Schwankungen des Barometerstandes ist unmerklich.“

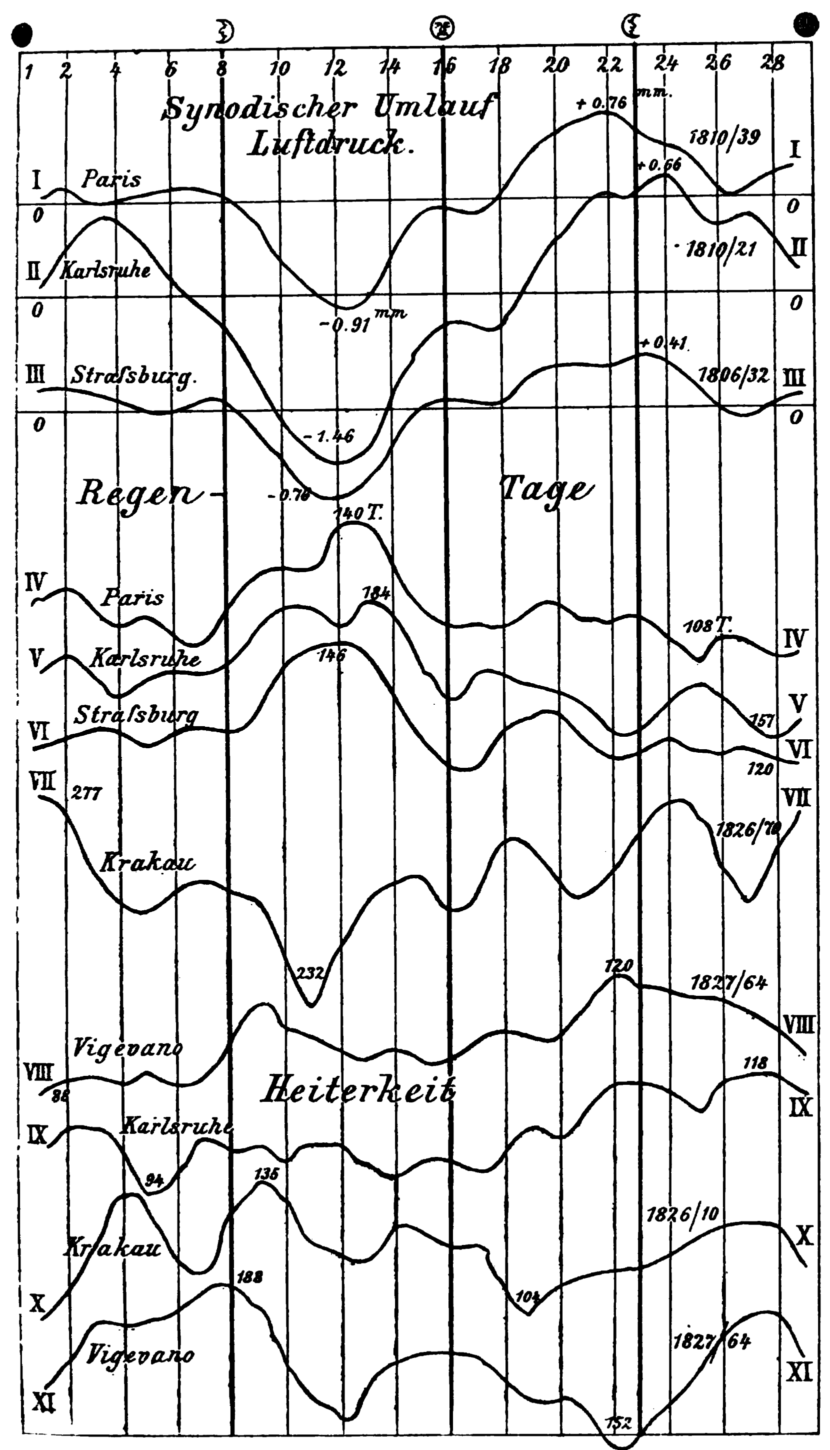
Später berechnete Eisenlohr die während 22 Jahren (1819 bis 1840) 4mal täglich (9^h und 12^h a. m. 3^h und 9^h p. m.) in Paris angestellten Beobachtungen und unterzog dieselben einer eingehenden Prüfung [101]).

Eisenlohr theilt den Zeitraum eines synodischen Mondumlaufes in 8 Phasen ein, so dass jede Phase nach der schnelleren oder langsameren Bewegung des Mondes entweder 3 oder 4 Tage umfasst; daneben nimmt er noch eine zweite Unterscheidung vor, indem er jeder Phase genau so viele Beobachtungen zuertheilt, als ihr nach der jedesmaligen Geschwindigkeit der Mondsbewegung zukommt, so dass in einem Monat bei viermaliger täglicher Beobachtung jede Phase durchschnittlich 15, bei der Erdnähe 14, bei der



Atmosphärische Ebbe u. Fluth
Stundenwinkel
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 0
Paris (Sommer)
(Winter)
Prag (Sommer)
(Winter)
St. Helena
Singapore
Batavia (1866/70)
(1870/75)
(1876/80)
Melbourne Apr./Sept.
Oct./März.
Jahr.
+0.27
-0.26
+0.27
0.40
+0.13
-0.07
+0.12
-0.12
+0.041
+0.081
-0.046
+0.060
-0.072
-0.042
+0.062
+0.086
-0.055
-0.044
+0.029
-0.057
+0.042
-0.028
I a
I b
II a
II b
III
IV
V
VI
VII
VIII a
VIII b
VIII c
N.B. Die zu Grunde liegenden Werthe sind nach der Formel (a+2b+c):4 ausgeglichen, wobei b das betreffende, a u. c das vorhergehende resp. nachfolgende Mittel bedeuten.

Fig. 2.



Synodischer Umlauf
Luftdruck.
Paris
Karlsruhe
Strafsburg.
1810/39
1810/21
1806/32
Regen-
Tage
Paris
Karlsruhe
Strafsburg
Krakau
1826/70
Vigevano
1827/64
Heiterkeit
Karlsruhe
Krakau
1826/10
Vigevano
1827/64

Fig. 3.

Erdferne 16 Beobachtungen zufallen. Im letzteren Falle erhalten alle Phasen gleich viele Beobachtungen. In den folgenden Tabellen sind die Abweichungen der mittleren Barometerstände für die 8 Phasen, die einzelnen Jahreszeiten und das ganze Jahr wiedergegeben, in der letzten Spalte (Jahr II) nach der 2. Eintheilungsmethode.

Phase.	Winter.	Frühling.	Sommer.	Herbst.	Jahr I.	Jahr II.
Neumond .	— 0,62	+ 1,14	+ 0,12	— 0,00	+ 0,14	+ 0,18
I. Okt. . .	— 0,20	+ 0,51	— 0,27	— 0,99	— 0,24	— 0,34
Erst. Viertel	+ 0,47	+ 0,13	— 0,45	— 0,55	— 0,11	+ 0,06
II. Okt. . .	+ 0,33	— 0,64	+ 0,16	— 0,17	— 0,11	— 0,01
Vollmond .	— 0,24	— 0,84	+ 0,57	+ 0,74	+ 0,05	+ 0,06
III. Okt. . .	— 0,19	— 0,25	+ 0,26	— 0,11	— 0,08	0,00
Letzt. Viertel	+ 0,05	— 0,09	+ 0,05	+ 0,16	+ 0,29	+ 0,18
IV. Okt. . .	+ 0,43	+ 0,13	— 0,34	— 0,34	+ 0,03	— 0,01
Mittel 7,50	7,01	5,15	6,15	5,47	5,94	5,94

Hiernach erfolgen die Schwankungen des Barometers in den verschiedenen Jahreszeiten während des synodischen Umlaufes sehr unregelmässig, am unregelmässigsten im Frühjahr, wo ein ausgesprochenes Minimum auf die Zeit des Vollmondes und ein ausgesprochenes Maximum auf die Zeit des Neumondes fällt, während im Sommer und Herbst während des Vollmondes, und im Winter während des ersten Viertels das Barometer am höchsten steht, so dass durch diese Unregelmässigkeit die Jahrescurve eine sehr einfache Gestalt, fast ohne Erhebungen und Senkungen, erhält. Noch unregelmässiger sind die Zahlen in den einzelnen Monaten, was daraus hervorgeht, dass in den 12 Monaten das Maximum in 3 Monaten auf den Neumond und das letzte Viertel und einmal auf jede der übrigen 6 Phasen fällt, das Minimum aber 3mal auf das erste Viertel, zweimal auf den Neumond, den ersten Quadranten und den Vollmond und einmal auf den zweiten und dritten Octanten und auf das letzte Viertel zu liegen kommt. Dabei ist der Einfluss der Lunistitien nicht zu erkennen, wie sie bei Flaugergues, Hallaschka und Mayer hervortritt. Die Jahrescurve weist ein Maximum im letzten Viertel und ein Minimum im ersten Octanten auf, aber so unbedeutend, dass schon durch gleiche Vertheilung der Beobachtungen auf die 8 Phasen, wodurch der Neumond 86

und das letzte Viertel 138 Beobachtungen verlieren, das Minimum nicht mehr auf die letztere Phase, sondern auf den Neumond fällt. Es ist in der That bedenklich, wenn schon bei dieser langjährigen Beobachtungsreihe ein Ausfall von 2% der Beobachtungen einen solchen Einfluss ausübt, dass die Bedeutung der Zahlen eine ganz verschiedene wird. Ferner findet in den wenigsten Jahreszeiten eine regelmässige Zu- oder Abnahme des Luftdruckes statt.

Eine Vergleichung mit den übrigen Zahlen zeigt allerdings einige Uebereinstimmungen: der höchste Barometerstand fällt auf das letzte Viertel, in Strassburg und Karlsruhe auf den 2. Octanten, womit auch die Zahlen von Bouvard und Flaugergues übereinstimmen.

Eisenlohr gelangt zu folgenden allgemeinen Schlussfolgerungen:

„1) Die Schwankungen des Barometers während des synodischen Umlaufs des Mondes sind zwar gering, aber immer merklich und unter den 4 Jahreszeiten hat der Sommer die geringsten Schwankungen.

2) Während der Zeit des abnehmenden Mondes steht das Barometer meist über, und während des zunehmenden Mondes meist unter dem Mittel; das Maximum des Barometerstandes fällt in das letzte Viertel, das Minimum aber tritt etwas vor oder nach dem ersten Viertel ein, und die Regelmässigkeit der Ab- und Zunahme wird durch Schwankungen des Barometers unterbrochen, welche zur Zeit des Neumondes und wieder im 3. Quadranten eintreten.

3) Im Sommer rückt die Periode des hohen Barometerstandes näher zum Vollmond und die Periode des tieferen Barometerstandes näher zum Neumond.

4) Der Einfluss der Lunistitien auf die Schwankungen des Barometers ist unmerklich.“

Ferner untersuchte Eisenlohr, wie oft in einem Monat das Barometer über das mittlere Maximum des Monats stieg, oder unter das mittlere Minimum sank, und erhielt Zahlen, welche sowohl in den einzelnen Jahreszeiten als für das ganze Jahr so wenig Regelmässigkeit zeigten, dass ein Schluss hieraus auf eine Beziehung der Mondphasen zu der Häufigkeit der Luftdruckextreme nicht gezogen werden kann.

Gegenüber diesen zweifelhaften Resultaten spricht Eisenlohr die Vermuthung aus, dass in niederen Breiten der Einfluss der Lunistitien mehr hervortreten dürfte, und dass die Periode des hohen Barometerstandes im südlichen Europa vielleicht ganz auf

den Vollmond, im nördlichen mehr auf die Zeit des Neumonds fallen könnte.

Dieselben Beobachtungen von Paris (8036 Tage, 32,144 Beob.) benutzte Eisenlohr zur Bestimmung der vom Monde erzeugten atmosphärischen Ebbe und Fluth in der Weise, dass er die Zeit eines synodischen Mondsumlaufes in 8 Phasen mit durchschnittlich $3^3/_4$ Tagen von 15 Beobachtungen und diejenige zwischen zwei oberen Culminationen in 24 Mondstunden (von je 62 Min. Sonnenzeit) theilte, wobei die Mondstunden von der oberen Culmination (0^h) an gerechnet werden. So erhält jede Mondstunde 1302—1377 und jede Phase 310—362 Beobachtungen. Ferner enthält jede Phase die Beobachtungen am Tage der Phase selbst und am Tage vorher und nachher, also im Ganzen 12 Mondstunden.

Auf diese Weise wurden für die 24 Mondstunden die mittleren Barometerstände berechnet und an die so erhaltenen Werthe die Correctionen wegen der täglichen regelmässigen Schwankungen des Barometers angebracht, nämlich für 9^h a. m. $+ 0{,}345^{mm}$, 12^h a. m. $+ 0{,}068$, 3^h p. m. $- 0{,}429$ und 9^h p. m. $+ 0{,}016^{mm}$. Ausserdem wurde noch der Einfluss derjenigen Barometerschwankungen, welche vom synodischen Umlauf des Mondes herrühren, durch Correctionen entfernt.

Tabelle III p. 119 giebt die Abweichungen der Barometerstände vom Mittel für die 24 Mondstunden im Jahre und in den Jahreszeiten sämmtlich nach Tagesstunden, in der letzten Rubrik (Jahr II) auch zugleich nach den Phasen corrigirt (siehe Curventafel I p. 102).

Aus der Tabelle folgt, dass der höchste Barometerstand im Allgemeinen auf 4^h (4 Stunden nach der oberen Culmination des Mondes), das tiefste auf 19^h (7 Stunden nach der unteren Culmination), allein es lässt sich weder eine einfache noch eine doppelte Periode des Steigens und Fallens deutlich erkennen. Es zeigt sich mithin keine regelmässige atmosphärische Ebbe und Fluth. Wenn das Minimum um 4^h (übereinstimmend mit Laplace) als die erste Fluth betrachtet wird, so müsste um 10^h eine Ebbe mit niederem, um 16^h eine zweite Fluth mit hohem und um 22^h eine zweite Ebbe stattfinden; hiervon sagt die Tabelle jedoch nichts. Nur im Sommer zeigt sich ein Minimum um 3^h und ein Maximum um 10^h.

Auch andere Combinationen, wie z. B. die Vereinigung von je 2, 12 Stunden aus einander liegenden Beobachtungen, wodurch eine Ausgleichung von zufälligen Schwankungen etwa bewerkstelligt werden könnte, oder Zusammenziehung von mehreren aufeinander

folgenden Stunden, oder Berechnung des mittleren Barometerstandes für jede der in den Mondphasen vorkommenden 12 Stunden, oder die Verbindung der Beobachtungen von halbem zu halbem Monat, gaben kein befriedigendes Resultat.

Nach diesen Untersuchungen gelangt Eisenlohr zu folgenden bemerkenswerthen Schlussbetrachtungen:

„Ich halte es nicht für möglich, nach den von mir hier mitgetheilten und noch weniger nach den auf einer viel kleineren Anzahl von Beobachtungen beruhenden Angaben von Laplace und Bouvard über das Dasein und die Grösse einer atmosphärischen, aus den Schwankungen des Barometers erkennbaren Mondsfluth zu entscheiden. Nur fühle ich mich bewogen, zu bemerken, dass man die regelmässigen täglichen Schwankungen des Barometers nicht durch eine von der Sonne bewirkte atmosphärische Fluth erklären könne; weil nämlich diese aus Beobachtungen von wenigen Jahren sich schon deutlich ergeben, aber von einer vom Mond bewirkten atmosphärischen Fluth, welche wenigstens dreimal grösser als die der Sonne sein müsste, nichts zu bemerken ist, so kann die Ursache, welche zwei tägliche Schwankungen erzeugt, nicht wohl in der Anziehungskraft der Sonne gesucht werden. Ebenso erscheint mir der Einfluss des synodischen Umlaufs des Mondes auf den Barometerstand nunmehr sehr zweifelhaft; denn obwohl ein solcher aus den von Flaugergues, mir selbst, und Anderen mitgetheilten Resultaten sich ergeben hat, so halte ich nach meinen jetzigen Erfahrungen die Anzahl der hierzu angewandten Beobachtungen für allzuklein, um daraus ein Naturgesetz mit einiger Wahrscheinlichkeit abzuleiten. Meiner Ansicht nach sind zur genauen Bestimmung des Mondseinflusses überhaupt solche Beobachtungen erforderlich, welche innerhalb eines Zeitraumes liegen, an dessen Anfang und Ende die Mondphasen wieder auf denselben Tag fallen; kann man aber keine so lange Reihe von Beobachtungen bekommen, so muss wenigstens bestimmt werden, wie gross der Einfluss der noch fehlenden Jahre sein kann, indem die Resultate nicht allein aus der ganzen Anzahl der vorhandenen Jahre, sondern auch aus einer kleineren Anzahl derselben aufgesucht werden, welcher letzteren noch so viele Jahre fehlen, als nach dem ganzen Zeitraum verfliessen müssten, um die nämlichen Verhältnisse in den Mondstunden annähernd herbeizuführen. Ferner sind, um die mittleren Barometerstände der Mondstunden und dadurch die atmosphärische Mondsfluth zu bestimmen, solche Beobachtungen erforderlich, welche 8mal täglich und zwar

alle 3 Mondstunden angestellt sind, indem alsdann sämmtliche Mondstunden in jeder der 8 Phasen vorkommen und somit der Einfluss der letzteren wegfällt oder wenigstens unbedeutend wird. Man kann jedoch unter der Voraussetzung, dass in 24 Stunden sowohl Fluth als Ebbe zweimal in gleichen Zeitabschnitten eintreten, mit solchen Beobachtungen ausreichen, welche 4 mal täglich und zwar am besten Morgens 9^h, Mittags 12^h, Abends 3^h und Abends 6^h angestellt sind: da nämlich eine Culmination des Mondes bei den Syzygien auf 12^h, bei den Qudraturen auf 6^h Abends, bei den den Syzygien vorangehenden Oktanten auf 9^h Morgens und bei den denselben nachfolgenden Oktanten auf 3^h Abends fällt, so können, wenn immer 3 Tage auf eine Phase gerechnet werden, durch Vereinigung der Beobachtungen von einem halben Monat zum anderen halben, die mittleren Barometerstände der zwischen 2 Culminationen liegenden 12 Stunden für sämmtliche Phasen aufgefunden werden.

Obgleich nun meine Bemühungen zu keiner Entscheidung über das Dasein und die Grösse der atmosphärischen Mondsfluth geführt haben, so werden sie dennoch für die Wissenschaft von Nutzen sein, weil die Unzuverlässigkeit der bisherigen Erfahrungen dadurch gezeigt und vielleicht mancher Beobachter dadurch veranlasst wird, das Barometer während einer längeren Reihe von Jahren zu solchen Stunden zu beobachten, wodurch es in der Folge möglich werden könnte, eine Entscheidung über dieses Problem, von dessen glücklicher Lösung die Witterungskunde ihre wichtigsten Aufschlüsse zu erwarten hat, herbeizuführen."

Mädler benutzt die 15 jährigen Beobachtungen in Berlin (1820—1835) und zwar, wie Bouvard, nur die Mittagsbeobachtungen [102]). Um den Einfluss des Mondes in seinen verschiedenen Entfernungen zu finden, legte Mädler nicht, wie es sonst gewöhnlich geschieht, den anomalistischen Monat zu Grunde, sondern die Tage, wo er seine grösste und kleinste Parallaxe hatte: Er erhielt folgende Resultate (755^{mm}):

Tag vor Apog.	4,41		Tag vor Perig.	4,19	
Apog.	4,87	4,74	Perig.	4,36	4,28.
Tag nach Apog.	4,95		Tag nach Perig.	4,31	

Einfluss der Mondphasen.

		Uns.			Uns.			Uns.			Uns.
3. Tag vor	— 0,72	0,54	3. Tag vor	+ 0.02	0,36	3. Tag vor	— 0,01	0,97	3. Tag vor	— 0,56	0,40
2. „ „	— 0,85	0,48	2. „ „	+ 0,40	0,32	2. „ „	+ 0,30	0,50	2. „ „	+ 0,15	0,20
1. „ „	+ 0,47	0,48	1. „ „	+ 0,02	0,45	1. „ „	+ 0,08	0,29	1. „ „	+ 0,18	0,38
Erst. Viert.	+ 0,67	0,57	Vollmond	— 0,09	0,32	Letzt. Viert	— 0,02	0,29	Neumond	+ 1,10	0,26
1. Tag nach	— 0,06	0,56	1. Tag nach	— 0,75	0,28	1. Tag nach	+ 0,22	0,54	1. Tag nach	+ 1,10	0,26
2. „ „	— 0,28	0,53	2. „ „	— 0,99	0,62	2. „ „	+ 0,08	0,40	2. „ „	+ 0,25	0,35
3. „ „	— 0,88	0,51	3. „ „	— 0,42	0,47	3. „ „	— 0,42	0,40	3. „ „	+ 0,26	0,48
Mittel	— 0,16			— 0,26			+ 0,03			+ 0,86	

Die Unsicherheiten (Uns.) der Resultate sind nach Methode der kleinsten Quadrate berechnet worden (vergl. auch Tabelle I).

„Demnach," so schliesst Mädler, „halte ich den Einfluss der Mondphasen auf das Barometer (und Thermometer) aus diesen Beobachtungen für erwiesen, obgleich sie zur Bestimmung der Quantität dieses Einflusses, sowie der Punkte des Maximums und Minimums unzureichend sind. Die mittlere Unsicherheit jedes der 28 Resultate ist 0,411^{mm}, wollte man jene auf 0,165 bringen, so würde dazu etwa eine 100jährige Beobachtungsreihe erforderlich sein."

Es wurde oben bemerkt, dass die Einwirkungen des Mondes auf unsere Atmosphäre in den Tropengegenden leichter erkennbar seien, weil dort die täglichen Schwankungen des Barometers gering sind und sehr regelmässig erfolgen. Mädler bearbeitete die zu Christiansburg in Guinea (+ 5$\frac{1}{2}$ B und 19$\frac{3}{4}$° E. L. von Ferro) von Trentepohl und Chenon von 1829—1833 5mal täglich angestellten Beobachtungen und erhielt folgendes Resultat (corrig. in Bezug auf tägl. Periode; siehe auch Tabelle I p. 118).

3. Tag vor	+ 0,17	3. Tag vor	— 0,19	3. Tag vor	— 0,10	3. Tag vor	+ 0,12
2. „ „	+ 0,18	2. „ „	— 0,15	2. „ „	— 0.08	2. „ „	+ 0,14
1. „ „	+ 0,14	1. „ „	— 0,08	1. „ „	— 0,01	1. „ „	+ 0,12
Erstes Viertel	+ 0,11	Vollmond	— 0,04	Letzt. Viertel	— 0,02	Neumond	+ 0,20
1. Tag nach	— 0,06	1. Tag nach	— 0,11	1. Tag nach	— 0,07	1. Tag nach	+ 0,15
2. „ „	— 0,07	2. „ „	— 0,23	2. „ „	— 0,02	2. „ „	— 0,02
3. „ „	— 0,07	3. „ „	— 0,15	3. „ „	+ 0,02	3. „ „	+ 0,02
Mittel	+ 0,06		— 0,11		— 0.04		+ 0,11

1. Tag vorher .	4,69		2. Tag vorher .	4,49	
2. „ „ .	4,64		1. „ „ .	4,54	
Apog. . . .	4,64	4,64	Perig. „ .	4,55	4,52
1. Tag nachher	4,59		1. Tag nachher	4,49	
2. „ „ .	4,61		2. „ „ .	4,52	

Einfluss der Declination (Abweich. vom Mittel = 759,58^{mm}).

Tag			Tag			Tag		
☊ 1.	— 0,08		10.	+ 0,16		19.	+ 0,09	
2.	— 0,10	— 0,09	11.	+ 0,01	+ 0,15	20.	+ 0,26	+ 0,17
3.	— 0,08		12.	+ 0,22		Max.S. 21.	+ 0,17	
4.	— 0,19		13.	+ 0,28		22.	— 0,04	
5.	— 0,25	— 0,26	14.	— 0,02	+ 0,05	23.	+ 0,03	+ 0,03
6.	— 0,33		☊ 15.	— 0,13		24.	+ 0,09	
7.	— 0,29		16.	+ 0,03		25.	+ 0,09	
Max.N. 8.	— 0,34	— 0,28	17.	+ 0,31	+ 0,17	26.	+ 0,05	+ 0,02
9.	— 0,23		18.	+ 0,18		27. 28.	— 0,07	

Die Curve für den Einfluss der Phasen verläuft ausserordentlich regelmässig, aber immerhin haben die Zahlen mehr Wahrscheinlichkeit für sich, als in höheren Breiten. Bedeutender ist der Unterschied für die Declination (0,65^{mm}). Das Minimum fällt auf den Tag der grössten nördlichen Abweichung, das Maximum 2 Tage nach dem aufsteigenden Knoten.

Dass auch kürzere Beobachtungsreihen bei zweckmässiger Verwendung in Rücksicht auf die Zielpunkte der Untersuchung ganz gute Resultate geben können, hat Karl Kreil in befriedigender Weise dargethan, wenn auch der von ihm untersuchte Zeitraum viel zu kurz ist, um daraus ein endgültiges Resultat abzuleiten[103]). Die scharfe und klare Discussion der Untersuchungsmethode verdient hier besonders hervorgehoben zu werden und diese hier kurz wiederzugeben ist nicht unlohnend.

Kreil stellte sich die Aufgabe, aus einer 1jährigen Beobachtungsreihe ein glaubwürdiges Resultat sich zu verschaffen über den Einfluss, welchen der Mond nach seinem verschiedenen Stande zum Beobachtungsorte beim scheinbaren täglichen Umlaufe auf den atmosphärischen Zustand an demselben auszuüben im Stande ist. Es handelt sich zunächst darum, die Einflüsse derjenigen Ursachen aus der Rechnung zu entfernen, welche, nach anderen Gesetzen und Perioden wirkend, als die in Frage stehende, das Endresultat entstellen können, welches um so mehr geschieht, je näher die Periode der fremdartig wirkenden Ursache mit der zu untersuchenden zusammenfällt. Die Hauptursache aller Aenderungen, die in unserer Atmosphäre mit der grössten Regelmässigkeit vor sich gehen, ist in der Einwirkung der Sonne zu suchen, alle Anomalien haben ihren Grund in Ursachen, die entweder der Erde selbst angehören, oder doch ihr viel näher liegen. Allein die atmosphärischen Störungen erfolgen nicht unmittelbar durch die Sonne, denn sonst

müssten sie kräftiger hervortreten, wenn die Sonne ihre Wirksamkeit kräftiger fühlen lässt, also kräftiger im Sommer, als im Winter, kräftiger in den Tropen, als in höheren Breiten, und wir wissen, dass gerade das Gegentheil der Fall ist. Da aber die Erde wegen ihrer grossen Entfernung von der Sonne, als von den Sonnenstrahlen gleichmässig umflossen angesehen werden muss, so ist ihre Wirksamkeit gleichmässig für die ganze beschienene Erdhälfte, und die atmosphärischen Störungen, welche sich stets nur auf einem kleinen Theil der Erdoberfläche zeigen, müssen localen, durch den Einfluss der Sonne angeregten Ursachen zugeschrieben werden, ohne dass diese der Regelmässigkeit dieses Einflusses widersprechen.

Die Mittel aus den täglich öfters in gewissen Zeiträumen angestellten Beobachtungen (z. B. die stündlichen Mittel für einen Monat) zeigen im Allgemeinen den typischen Gang einer Erscheinung mit grosser Regelmässigkeit, so dass die Anomalien, welche an einzelnen Tagen oft in sehr erkennbarer Weise hervortreten, sich in der grösseren Beobachtungsmasse ausgleichen und so die Wirkung der periodisch thätigen und alle anderen überwiegenden Ursachen unentstellt zum Vorschein kommen lassen. Auf diese Weise lässt sich die Sonnenwirkung mit desto grösserer Genauigkeit darstellen, je gewisser durch die weitere Ausdehnung der Beobachtungsreihe die gegenseitige Tilgung der anderweitigen Einflüsse bewerkstelligt wurde.

Die Differenz zwischen den Mitteln und den Einzelbeobachtungen giebt den Werth für die Ursachen, welche ausser der Sonne noch auf die in Frage stehende Klasse von Erscheinungen einwirken. Ordnet man nun die durch die Abziehung der einzelnen Beobachtungen von den Monatsmitteln erhaltene Reihe nach Mondstunden, so erhält man Zahlen, welche geeignet sind, die Einwirkungen des Mondes darzustellen, während die Wirkungen der übrigen Elemente, welche im Vergleich zur Sonnenwirkung sehr schwach sind, ausgeglichen werden.

Der von Kreil angegebene Weg erscheint durchaus zweckmässig, wir möchten indessen bemerken, dass auch durch gleichmässige Verschiebung der Mondstunden durch die tägliche Periode die Sonnenwirkung compensirt und also dasselbe erreicht wird. Obgleich die Beobachtungsreihe von 13 Monaten nicht genügt, ein zuverlässiges Resultat zu erhalten, so wollen wir dieses hier doch der Vollständigkeit wegen wiedergeben, und zwar die Abweichungen der einfachen Mittel vom Gesammtmittel (s. Tab. III p. 119 u. Curventafel I p. 102).

Hieraus ergiebt sich, dass die Unterschiede in den Barometerständen ausserordentlich gering sind, indessen lässt sich im Sommer erkennen

ein Minimum um 15^h = $743{,}72^{mm}$ Diff.
„ Maximum „ 21^h = $743{,}91^{mm}$ 0,19,
„ Minimum „ 4^h = $743{,}72^{mm}$ 0,19,
„ Maximum „ 10^h = $743{,}80^{mm}$ 0,08.

Die Wendestunden in Mondzeit ausgedrückt, sind dieselben, wie die von der Sonne hervorgebrachten in Sonnenzeit gegebenen.

Im Winter giebt es nur 2 Wendungen, nämlich

um 21^h ein Minimum = $744{,}65^{mm}$ Diff.
„ 10^h „ Maximum = $744{,}87^{mm}$ 0,22.

Im Jahrmittel ergeben sich Minima um 10^h und 3^h, Maxima um 18^h und 10^h, wobei die grössten Differenzen nahezu $0{,}1^{mm}$ erreichen. Eine Uebereinstimmung mit Paris ist nicht vorhanden.

An die Kreil'sche Arbeit schlossen sich in kurzer Zeit vier bedeutungsvolle Untersuchungen, welche um so mehr unser Interesse in Anspruch nehmen, als sie sich auf Beobachtungen beziehen, welche mit einer einzigen Ausnahme in den Tropen angestellt wurden, ich meine die Untersuchungen von Sabine für St. Helena [104]), von Elliot für Singapore [105]), von Neumayer für Melbourne [106]) und von Bergsma für Batavia [107]) (vergl. Tabelle IV und V p. 120 und Curventafel I p. 102).

Sir Edw. Sabine berechnete nach 2jährigen Beobachtungen vom October 1843 bis September 1845 die Grösse der Lunarfluth für St. Helena, deren Gang sehr regelmässig ist, nicht allein im Mittel, sondern auch für jeden Jahrgang, so dass bei der oberen und unteren Culmination ein entschiedenes Maximum, und beim Aufund Untergange ein entschiedenes Minimum hervortritt.

Nach Sabine betrug der mittlere Barometerstand in 17 Monaten:

bei der Culmination des Mondes $718{,}07^{mm}$ }
wenn der Mond im Horizonte $717{,}96^{mm}$ } Diff. $0{,}11^{mm}$.

Ferner ergaben sich für dieselben Stellungen des Mondes folgende Unterschiede:

Perig. 13 Epochen zwisch. Oct. 1843 und Sept. 1844 = $0{,}103^{mm}$
„ „ „ „ „ 1844 „ „ 1845 = $0{,}100^{mm}$
Apog. „ „ „ „ 1843 „ „ 1844 = $0{,}087^{mm}$
„ „ „ „ „ 1844 „ „ 1845 = $0{,}088^{mm}$.

Hieraus ergiebt sich eine grössere Wirksamkeit des Mondes im Perigäum als im Apogäum.

Zu demselben Resultate gelangte Elliot für Singapore durch Berechnung der 5jährigen, alle zwei Stunden angestellten Beobachtungen (1841—1845). In der Tabelle IV p. 120 stellen wir, um die Uebereinstimmung der Zahlen zu zeigen, die 2jährigen (1841 bis 1843) und 3jährigen Mittel (1843—1845) nebeneinander.

Hieran schliessen wir sofort die Resultate, welche Bergsma für Batavia erhielt. Da diese aus einer Reihe von 15jährigen Beobachtungen berechnet und wenig gekannt und zugängig sind, so geben wir einen grösseren Auszug aus den Bergsma'schen Tabellen in Tausendstel-Millimetern (siehe Tabelle V p. 120). Die in der Tabelle angegebenenen Zahlen geben die Abweichungen von den Mitteln aus stündlichen Aufzeichnungen, geordnet nach Mondstunden, und corrigirt nach der täglichen Solarperiode.

Bergsma leitet aus seinen Zahlen folgende Formel für die mittlere Lunarfluth für Batavia (1866—1880) ab:

$$B = 758{,}691^{mm} + 0{,}0071^{mm} \sin(\vartheta + 315^\circ\, 51') + 0{,}0596^{mm} \sin(2\,\vartheta + 65^\circ\, 49') + \text{etc.},$$

worin B den mittleren Luftdruck in den 15 Jahren 1866—1880 zur Zeit des Mondtages, an welchem der Stundenwinkel des Mondes ϑ beträgt, bedeutet. Die barometrischen Extreme und ihre Eintrittszeiten sind nach dieser Formel folgende:

1. Maximum = $758{,}747^{mm}$ Eintrittszeit $0{,}90^h$ Mondszeit
1. Minimum = $758{,}637^{mm}$ „ $6{,}75^h$ „
2. Maximum = $758{,}654^{mm}$ „ $12{,}71^h$ „
2. Minimum = $758{,}625^{mm}$ „ $18{,}86^h$ „

Die Differenzen zwischen den höchsten und niedrigsten stündlichen Mitteln und zwischen den mittleren Maxima und Minima für jede dieser Tagesgruppen ergeben:

	Diff. zwisch. höchst. und niedrigsten Stundenmitteln.	Differenz zwischen mittleren Maxima und Minima.
Ueberhaupt	$0{,}124^{mm}$	$0{,}118^{mm}$
Neumond	$0{,}105^{mm}$	$0{,}092^{mm}$
Erstes Viertel	$0{,}195^{mm}$	$0{,}163^{mm}$
Vollmond	$0{,}112^{mm}$	$0{,}082^{mm}$
Letztes Viertel	$0{,}171^{mm}$	$0{,}185^{mm}$
Perigäum	$0{,}139^{mm}$	$0{,}111^{mm}$
Apogäum	$0{,}107^{mm}$	$0{,}100^{mm}$.

Die Declination des Mondes hat nach der Tabelle keinen

entschieden hervortretenden Einfluss auf die Variation des atmosphärischen Druckes.

Trotz der höheren (südlichen) Breite und also der beträchtlicheren Schwankungen des Barometers zeigen die Zahlen, welche Neumayer aus den 5jährigen von März 1858 bis Ende Februar 1863 in Melbourne angestellten Beobachtungen erhielt für den Winter, April bis September, einen ziemlich regelmässigen Verlauf und sprechen für das Dasein der Lunarfluth in jener Gegend.

Wir geben hier die Abweichungen für die wärmere (October bis März) und kältere Jahreszeit (April bis September) und für das Jahr wieder (vergl. Tabelle IV p. 120 und Curventafel I p. 102).

Uebereinstimmend mit St. Helena und Batavia waren die täglichen Schwankungen der Lunarfluth im Perigäum grösser, als im Apogäum und zwar in allen Beobachtungsepochen. Das Gesammtmittel ergab aus 133 Epochen eine Differenz zu Gunsten des Perigäums von $0{,}697^{mm}$, so dass auch hier die Wirkung des Mondes im Perigäum grösser erscheint, als im Apogäum.

Obgleich der Gang der Zahlen für Melbourne für den Winter ein ziemlich regelmässiger ist, so zeigt derselbe im Allgemeinen doch sehr erhebliche Abweichungen von dem fast identischen in St. Helena, Singapore und Batavia, insbesondere auffallend ist der Gang der Curve in der wärmeren Jahreszeit.

Verbinden wir die Mondstunden derartig, dass sich dieselben zu je 6 gleichmässig um den ganzen Meridian gruppiren, so erhalten wir folgende Zusammenstellung:

Entfernung der Stunde vom Meridian.	Singapore + 1° 19′ 3 Jahre.	St. Helena — 15° 57′ 2 Jahre.	Batavia — 6° 57′ 15 Jahre.	Melbourne — 37° 48 5 Jahre.	Prag + 50° 8′ 1 Jahr.
0	+ 0,145	+ 0,093	+ 0,108	+ 0,020	0,000
1	+ 0,121	+ 0,085	+ 0,102	+ 0,031	+ 0,011
2	+ 0,084	+ 0,070	+ 0,082	+ 0,018	+ 0,020
3	+ 0,071	+ 0,040	+ 0,054	+ 0,000	+ 0,010
4	+ 0,037	+ 0,028	+ 0,026	+ 0,015	+ 0,001
5	+ 0,009	+ 0,012	+ 0,008	+ 0,011	+ 0,008
6	0,000	+ 0,000	+ 0,002	+ 0,016	+ 0,020
Mittel	+ 0,067	+ 0,047	+ 0,055	+ 0,016	+ 0,010

Hieraus ergeben sich für die atmosphärischen Gezeiten folgende Zeiten für die Wendepunkte und Grössen der Schwankung des Barometers:

	Singapore.	St. Helena.	Batavia.
Min.	$18^h - 0{,}058^{mm}$	$18^h - 0{,}046^{mm}$	$19^h - 0{,}060^{mm}$
Max.	$0^h + 0{,}096^{mm}$	$0^h + 0{,}044^{mm}$	$1^h + 0{,}057^{mm}$
Min.	$6^h - 0{,}076^{mm}$	$6^h - 0{,}054^{mm}$	$7^h - 0{,}053^{mm}$
Max.	$11^h + 0{,}061^{mm}$	$12^h + 0{,}041^{mm}$	$13^h + 0{,}064^{mm}$

Für die obigen 3 Orte fallen die Wendepunkte also zusammen, nur für Batavia sind sie um ungefähr eine volle Stunde verschoben. Für Melbourne und Prag treten mehrere Wendepunkte auf und scheint die Bestimmung derselben nicht ganz sicher zu sein. Der Verlauf der Curven für die ersteren 3 Orte ist so identisch, dass ein Zweifel an der Existenz der atmosphärischen Gezeiten nicht mehr aufkommen kann. Aber es kann nicht genug betont werden, dass die Unterschiede zwischen Ebbe und Fluth sehr unbedeutend sind und kaum $^1/_{10}{}^{mm}$ umfassen, so dass es uns nicht wundern darf, dass die Gezeiten in höheren Breiten, selbst bei 50jährigen Beobachtungsreihen, und noch grösseren, in den Mitteln nicht zum zweifellosen Ausdruck kommen [107a].

O. Lüdicke benutzte die 9jährigen, 100 Mondumläufe umfassenden (Januar 1867 bis Februar 1875), Beobachtungen von Gotha, um den Einfluss des Mondes auf unsere Atmosphäre zu bestimmen [108]). Wir stellen seine Resultate durch folgende Tabelle zusammen (siehe auch Tabelle I p. 118):

A. Vertheilung aller reducirter Stände zwischen den Phasen:

	N.M.—E.V.	E.V.—V.M.	V.M.—L.V.	L.V.—N.M.	Gesammtmittel.
	$732{,}42^{mm}$	$731{,}97^{mm}$	$732{,}20^{mm}$	$732{,}54^{mm}$	$732{,}28^{mm}$
Abw.	$+0{,}14^{mm}$	$-0{,}31^{mm}$	$-0{,}09^{mm}$	$+0{,}26^{mm}$	—

B. 1) Die den Mondswechseln nächstlieg. Stunden im Mittel:

	N.M.	E.V.	V.M.	L.V.	Gesammtmittel.
	$732{,}52^{mm}$	$732{,}63^{mm}$	$731{,}73^{mm}$	$733{,}08^{mm}$	$732{,}36^{mm}$
Abw.	$+0{,}16^{mm}$	$-0{,}25^{mm}$	$-0{,}63^{mm}$	$+0{,}72^{mm}$	—

2) Mittel aus den Ständen nächst vor und nach den Wechseln:

	N.M.	E.V.	V.M.	L.V.	Gesammtmittel.
	$732{,}63^{mm}$	$731{,}75^{mm}$	$731{,}68^{mm}$	$732{,}92^{mm}$	$732{,}24^{mm}$
Abw.	$+0{,}39^{mm}$	$-0{,}50^{mm}$	$-0{,}57^{mm}$	$+0{,}68^{mm}$	—

C. Mittlere Maxima und Minima; Abw. vom Gesammtmittel:

	Neum.—E.V.	E.V.—Voll.	Vollm.—L.V.	L. V.—Neum.
Max.	$+11{,}08^{mm}$	$+9{,}61^{mm}$	$+9{,}98^{mm}$	$+10{,}33^{mm}$
Min.	$-13{,}56^{mm}$	$-13{,}33^{mm}$	$-14{,}30^{mm}$	$-12{,}75^{mm}$

Hiernach nimmt der Luftdruck bei wachsendem Monde ab; bei abnehmendem Monde zu.

Für das Perigäum und Apogäum ergaben sich folgende Werthe:

Perig.	732,31mm	Anzahl d.Abw.	(+)53mm	(—)55mm	Werth d.Abw.	(+)3,62mm	(—)5,28mm
Apog.	733,03mm		(+)60mm	(—)48mm		(+)4,32mm	(—)4,69mm

Hieraus folgt, dass der Luftdruck zur Zeit des Perigäums geringer ist, als zur Zeit des Apogäums. Indessen fand Lüdicke, dass der Druck im Apogäum bei den Aequinoctien kleiner, bei den Solstitien grösser war, als im Perigäum:

Aequinoctien.				Solstitien.			
Perigäum.		Apogäum.		Perigäum.		Apogäum.	
Frühling	Herbst	Frühling	Herbst	Sommer	Winter	Sommer	Winter
731,86	734,47	729,70	731,81	732,23	731,99	732,56	735,49mm

Ferner fallen die Plusabweichungen im Perigäum auf die Quadraturen, die Minusabweichungen auf die Syzygien, umgekehrt im Apogäum:

	Perigäum.				Apogäum.			
	N.M.	E.V.	V.M.	L.V.	N.M.	E.V.	V.M.	L.V.
Abw.v.Montsm.	—3,45	+0,18	—1,51	+3,77mm	+3,75	—3,83	+1,53	—5,16mm

Die geringe Genauigkeit der benutzten Quellen und die Unzweckmässigkeit in der Verarbeitung des Materials veranlassten Heinrich Streintz den Gegenstand in Angriff zu nehmen und zwar auf Grundlage der „Greenwich meteorological observations", woraus er den 20jährigen Zeitraum von 1848—1867 benutzte [109]); ob Streintz die vorletzt genannten Arbeiten über diesen Gegenstand kannte, ist in seiner Arbeit nicht angegeben und scheint wohl nicht der Fall gewesen zu sein.

In der Tabelle I p. 118 sind die Abweichungen vom allgemeinen Mittel (756,50) für die einzelnen Mondspunkte für Greenwich angegeben, so dass jede Zahl aus 3tägigen Mitteln gewonnen ist und sich auf 739 bis 742 Tage bezieht.

In den Zahlen zeigt sich ein regelmässiger Zeichenwechsel und zwei Maxima zur Zeit der ersten Quadratur und des vierten Oktanten, und zwei Minima zur Zeit des Neu- und Vollmondes. Streintz untersucht nun die Schwankungen nach der Methode der kleinsten Quadrate und findet, dass diese Resultate einen sehr geringfügigen oder gar keinen Werth haben. Als Grenzen des wahrscheinlichen Werthes fand Streintz 756,96 und 757,06mm.

„Die Schwankungen sind also von einer Grösse, als wären die Beobachtungen alle durch das Spiel des Zufalls in solcher Weise zusammengestellt worden.“

Auf dieselbe Weise prüft nun Streintz direkt die Zahlen von Flaugergues und findet dasselbe Resultat wie bei den Greenwicher Beobachtungen. „Hätte Flaugergues“, bemerkt Streintz, „seine Resultate nach der Methode der kleinsten Quadrate geprüft, so wäre seine Abhandlung nicht ein Beweis pro, sondern contra gewesen.“

Dem entsprechend ist auch das Endresultat, zu welchem Streintz gelangt: „Der Mond übt auf die Schwankungen des Barometers in unseren Breiten keinen solchen Einfluss, dass derselbe mit unseren Instrumenten und Beobachtungsmethoden innerhalb eines Zeitraums von 20 Jahren gefunden werden könnte. Ist derselbe dennoch vorhanden, so muss er so ausserordentlich gering sein, dass er für jede Bestimmung als nicht bestehend betrachtet werden kann.“

Ganz in demselben Sinne lautet das Facit Günther's, welches derselbe, in vollständiger Uebereinstimmung mit R. Wolf, nach Durchmusterung sämmtlicher einschlägiger Literatur erhielt: „Das Resultat aller Untersuchungen ist, dass wenigstens in mittleren Breiten die übrigen Schwankungen des Barometers zu gross sind, als dass Ebbe und Fluth der Atmosphäre auch aus längeren Reihen mit vollständiger Sicherheit hervorgehen.“

Werfen wir, um ein selbständiges Urtheil uns zu bilden, einen Rückblick auf alle oben besprochenen Untersuchungen und Ansichten, so finden wir zunächst, dass im Allgemeinen das Barometer im letzten Viertel höher steht, als im 2. Oktanten, aber wir finden in den Mitteln der verschiedenen Barometerstände während eines synodischen Monats so viele Unregelmässigkeiten und Widersprüche, dass wir unmöglich hier das Dasein einer Mondswirkung erkennen können. Dagegen stimmen alle aus längeren Reihen gezogenen Resultate darin überein, dass das Barometer im Apogäum höher steht als im Perigäum, so dass wir hier eine Einwirkung des Mondes nicht wohl in Abrede stellen können, obgleich es sich jedenfalls um eine so geringe Grösse handelt, dass kürzere Beobachtungsreihen nicht selten das umgekehrte Resultat ergeben. Wie wir uns diese Einwirkungen zu denken haben, dürfte zunächst noch sehr schwer zu bestimmen sein; jedenfalls handelt es sich hier um einen Lufttransport, welcher durch die Erdnähe und Erdferne

hervorgebracht wird, und welcher dadurch nachgewiesen werden könnte, dass längere, nahezu gleichzeitige Beobachtungsreihen aus verschiedenen Breiten berechnet und die Resultate mit einander verglichen würden.

Betrachten wir ferner die den Gang der täglichen Lunarfluth darstellenden Zahlen, so ergiebt sich eine fast vollkommene Uebereinstimmung der Fluthcurven für die in den Tropen gelegenen Stationen St. Helena, Singapore und Batavia, welchen Curven (abgesehen von einigen Abweichungen) Melbourne im Winter sich anschliesst, während der regelmässige Verlauf der Curven in höheren Breiten augenscheinlich durch die häufigen und beträchtlicheren Barometerschwankungen ganz entstellt ist, und so können wir über das Dasein der atmosphärischen Ebbe und Fluth wohl nicht mehr im Zweifel sein, aber ihre Grösse ist so gering, dass sie nur in den Tropen durch Unterschiede, deren Betrag kaum $^1/_{10}{}^{mm}$ erreicht, bemerkbar ist, und in unseren Gegenden in etwa 30jährigen Beobachtungen noch verwischt wird.

Unser Resultat ist also zwar ein positives, allein die Wirkung des Mondes auf den Luftdruck, insbesondere in unseren Breiten, ist gegenüber den übrigen Wirkungen so verschwindend klein, dass dieselbe kaum nachgewiesen werden kann.

Tabelle I.

Einfluss der Mondphasen auf den Luftdruck (Abweich. vom Mittel).

	Neumond.	1. Okt.	Erstes Viert.	2. Okt.	Vollmond.	3. Okt.	Letztes Viert.	4. Okt.
Mühlheim 1779/82 . .	—0,38	—	+0,38	—	+0,53	—	—0,18	—
Prag 1818/27	+0,68	—0,20	+0,34	—1,04	+0,29	—,088	+0,07	—0,16
Viviers 1808/27 . . .	—0,05	—0,07	—0,07	—0,72	—0,21	+0,26	+0,88	+0,04
Paris 1810/32	+0,06	—0,21	+0,11	—0,74	—0,21	—0,09	+0,76	+0,49
„ 1819/40	+0,14	—0,24	—0,11	—0,11	+0,06	—0,08	+0,30	+0,03
Karlsruhe 1810/21 . .	+0,16	+0,69	—0,09	—1,38	—0,75	—0,55	+0,91	+0,78
Strassburg 1806/32 . .	+0,27	—0,02	—0,05	—0,82	+0,39	+0,22	+0,44	—0,02
Berlin 1820/35	+1,10	—	+0,67	—	—0,09	—	—0,02	—
Gotha 1867/75	+0,39	—	—0,50	—	—0,57	—	+0,68	—
Greenwich 1848/67 . .	—0,40	—0,02	+0,46	+0,03	—0.39	—0,51	+0,03	+0,76
Guinea 1829/33	+0,20	—	+0,11	—	—0,04	—	—0.02	—
Batavia 1866/70 . . .	—0,177	—0,010	—0,040	—0,053	+0,040	+0,043	+0,213	+0,020
„ 1871/75 . . .	—0,005	—0,071	+0,002	+0,045	+0,022	—0,031	+0,002	+0,012
„ 1876/80 . . .	—0,138	+0,083	—0,027	+0,003	+0,017	+0,096	+0,062	—0,095
„ 1866/80 . . .	—0,106	+0,002	—0,014	—0,001	+0,026	+0,038	+0,092	—0,034

Tab. II. Einfluss des Mondes auf den Luftdruck (Abweich. vom Mittel).

Synodischer Monat.								Anomalistischer Monat.			
	Paris.	Karlsr.	Strassburg.		Paris.	Karlsr.	Strassburg.		Paris.		Paris.
								Perig.		Apog.	
Neum. 1	+0,06	+0,16	+0.16	16	−0,07	+0,65	+0,20	1	−0,22	15	+0,36
2	+0,11	+0,22	+0,17	17	−0,28	−0,30	−0,07	2	−0,02	16	+0,28
3	+0.02	+0,91	+0,20	18	−0,09	−0,55	−0,01	3	−0,49	17	+0,42
4	−0,21	+0.69	−0,16	19	+0,55	+0,27	+0,40	4	−0,44	18	+0,11
5	+0,09	+0,34	+0.17	20	+0,27	+0,48	+0,26	5	−0,29	19	+0,29
6	+0,04	+0,17	−0,11	21	+0,68	+0,39	+0,41	6	−0,05	20	+0,60
7	+0,02	−0,27	+0,09	22	+0,67	+0,91	+0,46	7	+0,16	21	+0,21
E. V. 8	+0,11	−0,09	+0,16	L. V. 23	+0,65	+1,14	+0,39	8	+0,24	22	−0,18
9	−0,22	−0,76	−0,16	24	+0,26	+0,96	+0,41	9	+0,14	23	−0,04
10	−0,49	−1,20	−0,42	25	+0,49	+0,78	+0,27	10	+0,24	24	+0,17
11	−0,74	−1,28	−0,73	26	+0,08	+0,74	−0,09	11	−0,19	25	+0,42
12	−0,94	−1,50	−0,86	27	−0,15	+0,59	−0,27	12	−0,20	26	−0,24
13	−1,02	−1,46	−0,57	28	+0,34	+0,47	+0,04	13	−0,20	27	−0,47
14	−0,48	−0,85	−0,30	29	+0,20	−0,04	+0,20	14	+0,02	28	−0,56
V.M. 15	−0,12	−0,75	−0,10	30	+0,24						

Tab. III. Atmosphärische Ebbe und Fluth (Abweich. vom Mittel).

Stunde.	Paris.						Prag.		
	Winter.	Frühlg.	Sommer	Herbst.	Jahr I.	Jahr II.	Sommer	Winter.	Jahr.
Ob. Culm. 0	− 0,07	+ 0,34	− 0,27	− 0,18	− 0,06	0,00	+ 0,05	− 0,07	0,00
1	+ 0,31	+ 0,27	− 0,17	− 0,45	− 0,01	+ 0,06	− 0,08	− 0,04	+ 0,05
2	+ 0,08	+ 0,33	− 0,05	− 0,45	+ 0,02	− 0,09	− 0,04	− 0,09	− 0,06
3	− 0,12	+ 0,38	− 0,41	+ 0,57	+0,11	0,00	− 0,04	− 0,05	− 0,04
4	+ 0,46	+ 0,41	− 0,21	+ 0,25	+ 0,24	+ 0,12	− 0,08	− 0,09	− 0,08
5	− 0,09	+ 0,15	− 0,21	− 0,15	− 0,07	− 0,03	− 0,08	− 0,02	− 0,04
6	+ 0,09	+ 0,01	− 0,12	− 0,20	− 0,03	+ 0,02	− 0,02	+ 0,02	+ 0,01
7	− 0,27	− 0,26	+ 0;21	− 0,08	− 0,09	− 0,05	− 0,03	+ 0,02	0,00
8	− 0,51	+ 0,18	+ 0,08	+ 0,71	+ 0,12	+ 0,02	− 0,07	+ 0,07	0,00
9	− 0,30	+ 0,01	+ 0,28	+ 0,50	+ 0,14	+ 0,03	+ 0,03	+ 0,15	+ 0,09
10	− 0,32	− 0,15	+ 0,30	+ 0,32	+ 0,03	− 0,07	+ 0,06	+ 0,13	+ 0,10
11	+ 0,14	− 0,13	+ 0,21	+ 0,17	+ 0,09	+ 0,11	− 0,04	+ 0,08	+ 0,02
Unt.Culm. 12	+ 0,02	− 0,64	+ 0,21	− 0,23	− 0,20	− 0,18	− 0,04	+ 0,04	0,00
13	+ 0,25	− 0,65	+ 0,30	+ 0,54	+ 0,09	+ 0,11	− 0,07	+ 0,14	+ 0,03
14	− 0,01	− 0,26	+ 0,20	+ 0,42	+ 0,07	+ 0,02	− 0,06	+ 0,02	− 0,02
15	+ 0,44	− 0,40	+ 0,01	+ 0,21	+ 0,06	+ 0,02	− 0,02	+ 0,04	+ 0.01
16	− 0,06	− 0,33	− 0,05	+ 0,30	− 0,02	− 0,06	− 0,12	+ 0,01	− 0,05
17	+ 0,30	− 0,17	+ 0,02	− 0,46	− 0,08	+ 0,02	− 0,05	− 0,03	− 0,01
18	+ 0,44	+ 0,31	− 0,02	− 0,58	+ 0,06	+ 0,14	+ 0,10	+ 0,07	+ 0,09
19	− 0,10	− 0,14	− 0,15	− 0,37	− 0,22	− 0,12	+ 0,13	− 0,01	+ 0,07
20	− 0,21	− 0,09	+ 0,11	− 0,46	− 0,15	− 0,13	+ 0,07	− 0,18	− 0,03
21	− 0,27	+ 0,54	− 0,19	+ 0,12	+ 0,05	+ 0,06	+ 0,14	− 0,08	+ 0,05
22	+ 0,01	+ 0,25	− 0,16	− 0,22	− 0,03	− 0,01	+ 0,17	− 0,07	+ 0,07
23	− 0,19	+ 0,35	+ 0,17	− 0,48	− 0,08	0,00	+ 0,04	− 0,18	− 0,04
Mittel 740 +	17,01	15,15	16,15	15,47	15,94	15,94	3,79	4,95	4,32

Tab. IV. Atmosphärische Ebbe und Fluth (Abweich. vom Mittel).

Stunde.	St. Helena.			Singapore.		Melbourne.		
	1. Jahr.	2. Jahr.	Mittel.	2 Jahre.	3 Jahre.	April-Sept	Oct.-März	Jahr.
0	+ 0,051	+ 0,038	+ 0,044	+ 0,061	+ 0,096	+ 0,093	— 0,074	+ 0,010
1	+ 0,041	+ 0,036	+ 0,038		+ 0,076	+ 0,037	— 0,055	— 0,009
2	+ 0,022	+ 0,020	+ 0,021	+ 0,038	+ 0,043	— 0,044	— 0,036	— 0,040
3	+ 0,000	— 0,005	— 0,003		+ 0,023	— 0,037	— 0,010	— 0,024
4	— 0,028	— 0,018	— 0,023	— 0,028	— 0,015	— 0,008	+ 0,008	0,000
5	— 0,041	— 0,030	— 0,034		— 0,061	— 0,007	+ 0,027	+ 0,010
6	— 0,058	— 0,051	— 0,054	— 0,033	— 0,076	— 0,014	+ 0,036	+ 0,011
7	— 0,056	— 0,036	— 0,044		— 0,076	— 0,019	+ 0,016	— 0,001
8	— 0,038	— 0,005	— 0,021	— 0,023	— 0,053	— 0,021	+ 0,048	+ 0,014
9	— 0,023	+ 0,023	+ 0,001		— 0,013	— 0,019	— 0,020	— 0,019
10	— 0,013	+ 0,041	+ 0,015	+ 0,018	+ 0,002	+ 0,032	+ 0,015	+ 0,024
11	+ 0,030	+ 0,041	+ 0,035		+ 0,038	— 0,007	+ 0,047	+ 0,020
12	+ 0,033	+ 0,048	+ 0,041	+ 0,043	+ 0,061	— 0,000	— 0,001	— 0,000
13	+ 0,023	+ 0,038	+ 0,030		+ 0,051	+ 0,000	— 0,005	— 0,002
14	+ 0,010	+ 0,018	+ 0,014	+ 0,058	+ 0,020	+ 0,045	— 0,008	+ 0,019
15	— 0,020	— 0,018	— 0,018		+ 0,018	+ 0,010	— 0,011	— 0,004
16	— 0,023	— 0,038	— 0,030	— 0,018	— 0,013	— 0,001	+ 0,017	+ 0,008
17	— 0,025	— 0,053	— 0,038		— 0,038	— 0,016	— 0,011	— 0,013
18	— 0,030	— 0,064	— 0,046	— 0,064	— 0,058	— 0,040	+ 0,017	— 0,011
19	— 0,015	— 0,058	— 0,037		— 0,056	— 0,048	+ 0,022	— 0,013
20	+ 0,007	— 0,051	— 0,021	— 0,064	— 0,038	— 0,038	— 0,009	— 0,023
21	+ 0,038	0,000	— 0,019		— 0,007	— 0,032	— 0,000	— 0,016
22	+ 0,051	+ 0,007	+ 0,029	+ 0,012	+ 0,010	+ 0,015	+ 0,002	+ 0,009
23	+ 0,058	+ 0,023	+ 0,039		+ 0,056	+ 0,117	— 0,016	+ 0,051

Tabelle V. Atmosphärische Ebbe und Fluth in Batavia.

	1866/70	1871/75	1876/80	1866/80	1866 bis 1880.							
					Neumond	Erstes Viertel	Vollmond	Letzt. Viertel	Perig.	Apog.	Nördl. Decl.	Südl. Decl.
	0,...	0,...	0,...	0,...	0,...	0,...	0,...	0,...	0,...	0,...	0,...	0,...
0	+ 0 58	+ 0 42	+ 0 40	+ 0 46	+ 0 29	+ 0 50	+ 0 57	+ 0 72	+ 0 39	+ 0 41	+ 0 54	+ 0 40
1	+ 0 68	+ 0 48	+ 0 54	+ 0 57	+ 0 32	+ 0 72	+ 0 61	+ 0 84	+ 0 46	+ 0 55	+ 0 62	+ 0 52
2	+ 0 58	+ 0 36	+ 0 49	+ 0 49	+ 0 16	+ 0 71	+ 0 37	+ 0 87	+ 0 33	+ 0 52	+ 0 52	+ 0 45
3	+ 0 38	+ 0 14	+ 0 26	+ 0 26	— 0 05	+ 0 56	— 0 06	+ 0 67	+ 0 01	+ 0 35	+ 0 21	+ 0 31
4	+ 0 06	— 0 08	— 0 08	— 0 04	— 0 29	+ 9 25	— 0 33	+ 0 34	— 0 34	+ 0 06	— 0 15	+ 0 07
5	— 0 24	— 0 36	— 0 36	— 0 32	— 0 37	— 0 18	— 0 44	— 0 19	— 0 56	— 0 14	— 0 46	— 0 18
6	— 0 40	— 0 54	— 0 56	— 0 50	— 0 46	— 0 46	— 0 51	— 0 58	— 0 66	— 0 32	— 0 60	— 0 40
7	— 0 44	— 0 52	— 0 60	— 0 53	— 0 39	— 0 58	— 0 43	— 0 84	— 0 62	— 0 45	— 0 68	— 0 44
8	— 0 40	— 0 38	— 0 46	— 0 42	— 0 15	— 0 45	— 0 32	— 0 79	— 0 48	— 0 31	— 0 53	— 0 30
9	— 0 22	— 0 14	— 0 19	— 0 19	+ 0 17	— 0 19	— 0 12	— 0 56	— 0 27	— 0 15	— 0 24	— 0 14
10	+ 0 08	+ 0 20	+ 0 10	+ 0 12	+ 0 35	+ 0 10	0 00	— 0 19	+ 0 03	+ 0 04	+ 0 07	+ 0 17
11	+ 0 38	+ 0 46	+ 0 46	+ 0 43	+ 0 54	+ 0 44	+ 0 21	+ 0 19	+ 0 32	+ 0 19	+ 0 38	+ 0 50
12	+ 0 54	+ 0 66	+ 0 67	+ 0 62	+ 0 59	+ 0 81	+ 0 24	+ 0 61	+ 0 57	+ 0 46	+ 0 60	+ 0 64
13	+ 0 54	+ 0 66	+ 0 71	+ 0 64	+ 0 47	+ 0 87	+ 0 23	+ 0 80	+ 0 73	+ 0 45	+ 0 64	+ 0 65
14	+ 0 40	+ 0 52	+ 0 57	+ 0 50	+ 0 29	+ 0 74	+ 0 10	+ 0 72	+ 0 53	+ 0 35	+ 0 50	+ 0 50
15	+ 0 08	+ 0 26	+ 0 29	+ 0 21	+ 0 06	+ 0 44	— 0 15	+ 0 46	+ 0 26	+ 0 25	+ 0 19	+ 0 24
16	— 0 08	— 0 04	— 0 04	— 0 10	— 0 18	+ 0 08	— 0 17	+ 0 06	+ 0 05	— 0 08	— 0 09	— 0 11
17	— 0 50	— 0 38	— 0 34	— 0 41	— 0 37	— 0 50	— 0 23	— 0 36	— 0 16	— 0 39	— 0 35	— 0 46
18	— 0 60	— 0 56	— 0 52	— 0 56	— 0 42	— 0 84	— 0 26	— 0 57	— 0 35	— 0 50	— 0 47	— 0 66
19	— 0 66	— 0 56	— 0 58	— 0 60	— 0 45	— 1 03	— 0 12	— 0 69	— 0 35	— 0 47	— 0 48	— 0 72
20	— 0 60	— 0 54	— 0 54	— 0 56	— 0 26	— 1 08	— 0 13	— 0 78	— 0 32	— 0 52	— 0 45	— 0 67
21	— 0 32	— 0 38	— 0 38	— 0 34	— 0 12	— 0 75	+ 0 16	— 0 60	— 0 10	— 0 32	— 0 21	— 0 47
22	+ 0 02	— 0 04	— 0 04	— 0 01	+ 0 01	— 0 35	+ 0 37	— 0 21	+ 0 16	— 0 05	+ 0 10	— 0 11
23	— 0 30	+ 034	+ 0 28	+ 0 29	+ 0 19	+ 0 26	+ 0 48	+ 0 15	+ 0 30	+ 0 17	+ 0 31	+ 0 28
758 + mm	0,812 Mittel.	0,418 Mittel.	0,814 Mittel.	0,691 Mittel.	0,105 Schwnk.	0,195 Schwnk.	0,112 Schwnk.	0,171 Schwnk.	0,139 Schwnk.	0,107 Schwnk.	0,127 Schwnk.	0,137 Schwnk.

b) Einfluss des Mondes auf Witterungsänderungen überhaupt.

Nachdem durch die vorhergehenden Erörterungen zur Genüge nachgewiesen ist, dass die Einwirkung des Mondes auf den Luftdruck nur ausserordentlich gering sein kann, so erscheint es ebensowenig wahrscheinlich, dass der Mond unsere Witterungsverhältnisse merklich beeinflusse. Aber immerhin könnte man annehmen, dass auch kleinere, aber länger anhaltende Modificationen in der Druckvertheilung Einfluss haben könnten auf die herrschenden Winde, die Bewölkung etc. und so die Witterung mittelbaren, durch den Mond veranlassten Schwankungen unterworfen sei. Auch nach dieser Richtung hin den Einfluss des Mondes eingehend zu prüfen und aus allen bisherigen Erfahrungen und Untersuchungen auf diesem Gebiete ein Resultat abzuleiten, scheint interessant und lohnend, und zwar um so mehr, als der Glaube, dass der Mond, namentlich beim Wechsel seiner Phasen, das Wetter beeinflusst, nicht allein im Alterthum und Mittelalter, sondern auch in der neueren Zeit bis zu unseren Tagen mit rührender Innigkeit festgehalten wurde.

Verfolgen wir zunächst die Ansichten und Untersuchungen über den Einfluss des Mondes auf die Witterung überhaupt und den Witterungswechsel, und sehen wir nachher zu, ob nicht vielleicht einzelne meteorologische Elemente, wie Wärme, Bewölkung, Regen, Wind etc. der Einwirkung des Mondes unterworfen sind.

Angeblich soll der ältere Herschel (1738—1822) auf Grundlage seiner vieljährigen Erfahrungen einen Witterungskalender erfunden haben, den wir hier der Vollständigkeit wegen reproduciren wollen, um so mehr, als derselbe die üblichen Knauer'schen Wetterprophezeihungen aus vielen Kalendern verdrängte[110]).

	Von	Vom 15. April bis 15. October.	Vom 16. October bis 14. April.
Nachmittags.	12—2h	Sehr regnerisch.	Schnee und Regen.
	2—4h	Veränderlich.	Schön und mild.
	4—6h	Schön.	Angenehm.
	6—8h	bei N u. E. schön.	bei N u. E heiter und kalt.
	8—10h	bei S u. SW Regen oder starker Wind.	bei S u. W Regen oder Schnee.
	10—12h	Schön.	Schön und kalt.
Vormittags.	12—2h	Angenehm.	Harter Frost, jedoch bei SW gelind.
	2—4h	Kühl mit vielem Regen.	Schnee und Sturm.
	4—6h	Regen.	
	6—8h	Wind und Regen.	Sturm.
	8—10h	Veränderlich.	Bei N kalt u. regnerisch, bei E Schnee.
	10—12h	Häufige Regengüsse.	Kälte mit starkem Wind.

Das Wetter hängt nach obiger Tabelle von den Stunden ab, in welchen der Mondwechsel eintritt. Im Sommer ist die Witterung um so schöner, je näher der Wechsel bei Mitternacht liegt, jedoch nach Mondwechseln nach 2^h Morgens ist ein unfreundliches Wetter zu erwarten; schlechtes Wetter ist wahrscheinlich, wenn der Mondwechsel um die Mittagszeit sich ereignet; von 4—10 Uhr Nachmittags spielen die Winde eine wichtige Rolle. Aehnlich verhält sich die Sache im Winterhalbjahr.

Toaldo folgerte aus dem Einflusse des Mondes auf den Luftdruck, den er als bewiesen annahm, dass der Mond auch eine Einwirkung auf den Witterungswechsel habe. Um nun diese Einwirkung nachzuweisen, verglich Toaldo die nahezu 50jährigen von ihm selbst und dem Marchese Poleni angestellten Beobachtungen in Padua und Beobachtungen in verschiedenen anderen Gegenden mit seinen Mondspunkten. Er fand, dass mit dem Wechsel des Mondes, insbesondere mit dem Neumonde und dem Perigäum, in der Regel eine Witterungsänderung eintritt. In der folgenden Tabelle sind die Anzahl der Fälle, in welcher sich das Wetter änderte oder nicht, neben einander gestellt.

	Veränd.	nicht veränd.	Verhältn.		Veränd.	nicht veränd.	Verhältn.
Neum.	950	156	6 : 1	Apogäum	961	226	4½ : 1
Erst.V.	796	316	2½ : 1	Aufst. Nachtgl.	541	184	3¼ : 1
Vollm.	922	174	5 : 1	Niederst. „	519	184	2¾ : 1
L. V.	795	319	2½ : 1	Südl. Mondw.	521	177	3 : 1
Perig.	1009	169	7 : 1	Nördl. „	526	186	2¼ : 1

Eingreifende Veränderungen bedingt das Zusammentreten des Neu- und Vollmondes mit dem Perigäum und Apogäum, so dass man z. B. bei Zusammentritt des Perigäums mit dem Neumonde 33, mit dem Vollmonde 10 gegen 1 wetten kann, dass sich das Wetter ändert. Selbst die Krankheiten hält Toaldo für kritischer, welche mit den Mondspunkten zusammenfallen.

Viel Gewicht legt Toaldo auf den Durchgang des Mondes durch die Apsiden. Diese bewegen sich durch den Thierkreis jährlich um 40° und machen in ungefähr 8 Jahren 10 Monaten (8,8477) einen Umlauf. Gewöhnlich nimmt man als Periode zwei Umläufe (17,6947 J.) und bezeichnet sie mit der 18jährigen Mondsperiode, weil diese mit der 19jährigen nahezu zusammenfällt, wo die Syzygien, Quadraturen und Hauptpunkte des synodischen Umlaufs überhaupt wieder zusammenfallen. Veranlassung zu jener

Annahme gaben Toaldo zwei Stellen aus dem Plinius, „dass Ebbe und Fluth nach 8 Jahren wieder diesselbe sei“ (B. XI C. 97) und „dass die Witterung alle 4 Jahre eine Gährung und alle 8 Jahre eine merkliche Veränderung erleide“ (B. XVIII C. 25). Die Aenderungen der Apsiden verursachen in der Atmosphäre eigenthümliche Wechsel, die sich in den verschiedenen Stellungen bemerklich machen, sei es im Perigäum, sei es in den Aequinoctialpunkten, wo die Wirkung am grössten ist, sei es in den Solstitialpunkten. Toaldo stellt folgende „durch Thatsachen geprüfte“ Behauptung auf, dass es eine 9jährige Periode der Witterung giebt; um die Mitte dieser Periode, also nach 4—5 Jahren, finde ein Rückgang der Erscheinungen statt, welcher sehr oft aussergewöhnliche Jahrgänge hervorrufe, welche dann alle 4 Jahre sich wiederholen sollen. „Es versteht sich,“ bemerkt er, „dass man es nicht auf das Genaueste nehmen muss; und das Ganze bestätigt sich nicht nur durch unsere 50jährigen Beobachtungen, sondern auch durch die Erfahrung aller Zeitalter; wenn man aus der Geschichte die Jahre aufzeichnet, in welchen starke Ueberschwemmungen vorfielen, so finden sich alle in diesen Umständen; alle können nicht aufgezeichnet sein, aber ich habe in unserer Zeitrechnung gegen 80 gefunden, deren 51 die Apsiden in den Nachtgleichen, 25 in den Sonnenwenden hatten, und kaum 2 treffen nicht mit dieser Regel überein.“ Vielleicht steht hiermit im Zusammenhange die Klage des Landmanns über die „Schaltjahre,“ da diese nach je 4 Jahren wiederkehren.

Noch mehr hält Toaldo auf die 18—19jährige Periode; er bemerkt, dass die wirksamen Umstände bei den Aequinoctien und Solstitien die Unregelmässigkeiten in den Jahreszeiten hervorbrächten.

Durch die Toaldo'sche Lehre über diese Mondsperiode wurden Cotte, Lalande und Andere zu der Prophezeihung verleitet, dass das Jahr 1799 heiss und trocken sein würde. Auch Lamarck hatte aus seinem System geschlossen, die strenge Kälte des Nivose werde sich am 23. (12. Januar 1799), wo eine Periode des aufsteigenden Knotens eintrat, legen und dem Thauwetter weichen, Prophezeihungen die alle zu Schanden wurden, indem die strenge Kälte des Winters 1798/99 und 1799/80 ausserordentlich hervorsticht [111]).

Toaldo giebt in 27 Aphorismen die Hauptpunkte seiner Theorie an, welche von mehreren Gelehrten vermehrt oder modificirt

worden sind und die wir zum Theile, soweit sie sich auf unseren Gegenstand beziehen, hier wiedergeben wollen.

1) Wenn der Mond in der Conjunction, Opposition oder in der Quadratur mit der Sonne ist, oder im Perigäum oder Apogäum, oder in einem der vier Cardinalpunkte des Thierkreises, so geht wahrscheinlich eine merkliche Veränderung in der Atmosphäre oder im Witterungswechsel vor sich.

2) Die wirksamsten Punkte sind die Syzygien und die Apsiden.

3) Das Zusammentreffen der Syzygien mit den Apsiden ist am allerwirksamsten; trifft der Neumond mit dem Perigäum zusammen, so ist es moralisch gewiss, dass eine starke Witterungsänderung stattfindet.

4) Die anderen untergeordneten Mondspunkte erhalten eine grössere Wirkung durch ihr Zusammentreffen mit den Apsiden.

5) Die Neu- und Vollmonde, welche zuweilen das Wetter nicht ändern, sind diejenigen, welche weit von den Apsiden liegen.

6) Zu beachten sind die vierten Tage sowohl vor als nach dem Neu- und Vollmond.

7) Bedeutungsvoll ist der erste Tag des Mondes, Vergil nennt ihn einen sicheren Propheten. Wenn der Mond an diesem Tage seine Hörner klar und deutlich zeigt, so ist es ein Zeichen geringer Dünste in der Atmosphäre; darnach kann man auf gut Wetter bis auf den vierten Tag vor dem Vollmonde und zweilen auch auf den ganzen Monat schliessen. Das Gegentheil ist zu befürchten, wenn die Hörner trübe und stumpf aussehen.

8) In der Regel wechselt ein Mondspunkt den Zustand des Himmels, welcher durch den vorhergehenden hervorgebracht wurde.

9) Wenigstens ändert sich eine lange andauernde Witterung nicht, als mit einem wirksamen Mondspunkte.

10) Die Apogäen, die Quadraturen und die südlichen Mondswenden bringen in der Regel schönes Wetter, denn dann steigt das Barometer, die anderen Punkte bringen schlechtes Wetter, weil sie die Luft leichter machen und die Dünste niederschlagen.

11) Die wirksamsten Mondspunkte, d. h. Neu- und Vollmond, das Apogäum und insbesondere das Perigäum, und ihre Combinationen sind gegen die Aequinoctien und Solstitien stürmisch.

12) Der Witterungswechsel erfolgt selten am Tage des Mondwechsels selbst, bald geht er vorher, bald folgt er nach. (!)

13) Im Allgemeinen sind die Gezeiten und die Witterungsänderungen in der kälteren Jahreszeit stärker und früher, als in

der wärmeren, ohne Zweifel, weil das Perigäum der Sonne in die Mitte dieses Zeitraumes fällt, welche sich der Erde auf mehr als 2 Millionen Meilen nähert. In den 6 Sommermonaten dagegen sind die Gezeiten weit geringer und mehr verspätet, sowie die Aenderungen des Wetters.

14) Zur Zeit der Neu- und Vollmonde gegen die Aequinoctien, theilweise meist gegen die Solstitien (hauptsächlich Wintersolst.), richtet sich das Wetter gewöhnlich auf Viertel- oder Halbjahre zum Guten oder Schlechten ein.

15) Der Verlauf, der Witterungserscheinungen scheint eine 8—9jährige Periode zu haben, entprechend der Periode der Apsiden, eine andere Periode existirt von 18—19 Jahren und ihren vielfachen Varianten.

16) Auch eine Periode von 4—5 Jahren giebt es: die 4. oder 5. Jahre sind in der Regel Störungen unterworfen mit den Apsiden des Mondes, die sich alsdann in den Zeichen der Nachtgleichen oder der Sonnenwende befinden. Sind die Apsiden in den Zwischenzeichen, so pflegen die Jahre gewöhnlich temperirt und gut zu sein.

In der II. Auflage seiner „Saggio meteorologico“ [112]) versichert Toaldo, dass die Wiederkehr der warmen und kalten, trockenen und regnerischen Tage in deutlicher Uebereinstimmung stehe mit der Wiederkehr der Eklipsen, die in einer Periode von 18 Jahren und 11 Tagen erfolgt, also mit der Mondsperiode von ungefähr 19 Jahren.

In einer weiteren Arbeit „Le Saros météorologique“ [113]), wo unter dem Namen Saros eine 18—19jährige Periode gemeint ist, von welcher bei Plinius und Ptolemäus in Bezug auf die Vorausbestimmung der Finsternisse die Rede ist, prüft er durch 57jährige Beobachtungen (1715—1781) die Beziehungen dieser Periode zu den Witterungserscheinungen. Er findet unter Anderem, dass die Periode von 1743—1760 durch 68 sehr feuchte Monate charakterisirt ist, genau ebenso viele findet er in der Periode 1761—1778. Für die Wiederkehr der Stürme, Gewitter, Niederschläge, Ueberschwemmungen will Toaldo eine grosse Regelmässigkeit in diesen Perioden bemerkt haben.

So bestimmt auch Toaldo seine Aphorismen ausspricht, so lässt er dennoch Ausnahmen und Beschränkungen in bedenklicher Weise zu und bemerkt, dass man sich mit einer Annäherung zufriedenstellen müsse und die Vergleichungen seiner Sätze mit den wirklichen Thatbeständen nicht so genau nehmen dürfe, indem der

Witterungswechsel sich zuweilen von einem Mondspunkte zum anderen verfrühe oder verzögere und zuweilen eine Ausgleichung stattfinde. Nach Toaldo kann der Witterungswechsel sich vollziehen am Tage der Mondspunkte oder einem Tage vorher oder nachher (Aph. 12), also hat er zu jedem Mondmonat (von 29 Tagen) 42 Tage für den Eintritt der Witterungswechsel vorgesehen, so dass also diese in allen Fällen nothwendig mit seinen Behauptungen stimmen müssen. Ferner muss es uns bedenklich erscheinen, wenn Toaldo in seiner Saggio meteorologico (1770) sagt: „wer weis nicht durch eigene Erfahrung, wie viel rascher die Nägel und Haare wachsen, wenn man zum Schneiden derselben den wachsenden Mond gewählt hat an Stelle des abnehmenden?“ Selbst seine Versicherung, dass er seine Theorie durch viele und langjährige Beobachtungen geprüft habe und jene an diese anlehnt, kann in uns kein Vertrauen auf seine Lehre erwecken, vielmehr können wir uns der festen Ueberzeugung nicht erwehren, dass Toaldo von Selbsttäuschung und von Vorurtheilen befangen, und die Verknüpfung derselben mit der Erfahrung keine logische war.

So sehr unwahrscheinlich und so wenig den strengen Forderungen der Wissenschaft entsprechend die Toaldo'sche Theorie auch auf den ersten Blick erscheint, so ist sie doch nicht mit den Machwerken eines 100jährigen Kalenders oder eines Mathieu de la Drôme oder eines Overzier und Anderer in eine Kategorie zu stellen, vielmehr sprechen der Umstand, dass seine Witterungslehre für den Feldbau von der Kgl. Societät in Montpellier gekrönt wurde, und dass hochangesehene Gelehrten seiner Zeit wie de Sauvages, Lambert, de la Lande, Cotte u. A. auf diese Theorie als eine wichtige Entdeckung aufmerksam machten, dafür, dass dieselbe überall hohe Beachtung fand, so dass man die Hoffnung aussprach, dass diese Theorie für die ganze Menschheit vielleicht segenbringend sein würde, so dass man drohenden Gefahren aus dem Wege gehen könnte. Ausserdem hat sich Toaldo, der Nachfolger des berühmten Galilei, abgesehen von seinen verdienstvollen mathematischen uno astronomischen Leistungen, durch seine Untersuchungen über atmosphärische Elektricität, über die tägliche Periode der Temperatur etc. sehr anerkennenswerthe Verdienste erworben.

Bald nach Erscheinen der Toaldo'schen Schriften wurden in vielen Gegenden von den besten Beobachtern die Aufzeichnungen mit den Mondspunkten verglichen, um die Toaldo'sche Theorie zu prüfen, beispielsweise von van Swinden in Franeker in Friesland,

von Horsley in London, von de la Mothe in Bordeaux, von de Poéderlé Sohn in Brüssel, von Mayer Sohn in Mühlhausen u. A. So konnte es nicht fehlen, dass schon bald Toaldo den heftigsten Widerspruch erfuhr. Nach eingehender Prüfung kam Horsley zu dem Resultate, dass die Theorie Toaldo's jeder physikalischen Grundlage und jeder annehmbaren Analogie entbehre [114]). Insbesondere wirft ihm Horsley vor, dass durch die Annahme von 14 Mondspunkten und die Hinzuziehung des vorhergehenden und nachfolgenden Tages zu jedem Mondspunkte eigentlich 42 bemerkenswerthe Zeitabschnitte in jedem Mondmonate vorkommen müssten. Es gebe im Mittel wenigstens 25 Tage im Monat, an welchen sich das Wetter ändert, und so wäre es kein Wunder, wenn alle Aenderungen des Wetters mit Mondspunkten zusammenfallen.

Van Swinden konnte aus den 4jährigen Beobachtungen von 1776—1779 keinen deutlich merkbaren Einfluss der Mondspunkte auf unsere Witterung ableiten, giebt aber die Möglichkeit zu, dass eine Beziehung derselben zu einigen meteorologischen Elementen, z. B. zum Luftdruck und zur Wärme, existiren könne [115]).

Cotte findet aus seinen 12jährigen Beobachtungen (1768—79) Beziehungen zwischen den Mondspunkten und der Witterungsänderung, spricht sich aber über den Werth seiner Resultate sehr resignirt aus und warnt den Leser, seinen Zahlen eine zu grosse Bedeutung beizulegen. Ferner verglich Cotte die vorhandenen Beobachtungen von 1700—1800 in Bezug auf die 19jährige Periode für Temperatur und Feuchtigkeit. Wir geben die Tabelle, welche Cotte seinen Memoiren beifügt, in abgekürzter Form wieder, indem wir in den Horizontalreihen die correspondirenden Jahre der Periode mit Angabe des Witterungscharakters jedes Jahr angeben, so dass bezeichnet: w = warm, k = kalt, v = feucht, t = trocken, die angehängte Marke 0 = etwas, 1 = mässig, 2 = sehr (z. B. w_2 = sehr warm). Die Angaben scheinen sich durchweg auf Paris zu beziehen, ist das naheliegende Montmorency angegeben, so ist dieses durch * bezeichnet.

Wir überlassen es dem Leser, aus umstehender Tabelle Folgerungen zu ziehen, jedenfalls ist dieselbe deswegen nicht uninteressant, weil sie den Witterungscharakter der einzelnen Jahrgänge eines fast ganzen Jahrhunderts (für Paris) übersichtlich darstellt.

Jahr 1700 +		Jahr 1700 +		Jahr 1700 +		Jahr 1700 +		Jahr 1700 +		Resultat.
00	w_1 ?	19	w_1 t_2	38	w_1 t_1	57	variab.	76*	k_1 v_1	w_1 t_1
01	w_1 v_1	20	k_1 v_1	39	w_1 v_2	58	k_1 t_1	77*	variab.	var. t_1
02	w_0 t_1	21	w_1 t_1	40	k_2 v_1	59	k_1 t_1	78*	? v_1	variable.
03	w_1 t_1	22	w_0 t_1	41	w_1 t_1	60	?	79*	variab.	w_1 t_1
04	? v_0	23	w_1 t_2	42	k_0 t_1	61	w_1 t_1	80*	w_1 t_1	w_1 t_1
05	w_1 t_1	24	w_1 t_1	43	w_1 t_1	62	w_1 t_1	81	w_2 t_2	w_1 t_1
06	w_1 v_1	25	w_1 v_2	44	k_1 t_1	63	k_1 t_1	82	k_1 v_1	k_1 v_1
07	w_1 t_1	26	w_1 t_1	45	k_0 t_1	64	k_0 t_1	83	—	w_1 t_1
08	norm.	27	w_1 t_1	46	w_1 t_1	65	k_1 v_1	84	—	w_0 t_0
09	k_2 v_1	28	k_1 v_1	47	k_1 t_0	66	k_1 t_1	85	—	k_1 v_1
10	w_1 t_1	29	k_0 v_0	48	k_1 v_1	67	k_1 t_1	86	—	k_1 t_0
11	w_0 v_1	30	norm. t_0	49	k_0 v_1	68*	k_1 t_1	87	—	k_0 v_1
12	w_0 v_1	31	k_2 t_2	50	k_0 v_1	69*	k_1 v_1	88	—	k_1 v_1
13	k_1 v_1	32	w_1 t_1	51	k_1 v_1	70*	w_1 v_1	89	—	k_0 v_1
14	w_1 t_1	33	w_1 t_1	52	k_1 t_0	71*	k_1 t_1	90	—	w_0 t_1
15	w_1 v_0	34	w_1 v_1	53	w_1 t_1	72*	w_1 t_1	91	—	w^0 t_0
16	k_1 t_1	35	w_1 t_1	54	k_1 t_1	73*	k_1 v_1	92	—	k_1 t_1
17	w_1 v_1	36	w_1 v_1	55*	k_1 t_1	74*	k_1 v_1	93	—	var. v_1
18	w_2 t_2	37	w_1 t_1	56	k_1 v_1	75*	w_1 t_1	94	—	w_1 t_1

Lamarck hielt die durch den Mond erzeugte Ebbe und Fluth des Meeres als einen offenbaren Beweis für die Existenz einer ähnlichen atmosphärischen Fluth und hieraus folgerte er einen grossen Einfluss des Mondes auf unsere Witterungsverhältnisse [116]). Lamarck stützt sich auf eine Bemerkung des Lalande im Journal de Paris, worin derselbe den Einfluss des Mondes auf die Atmosphäre mit der Abweichung desselben in Beziehung bringt, so dass, wie es schiene, der Mond bei nördlicher Abweichung trockene Kälte, bei südlicher Regen bringe. Die Vergleichung seiner Beobachtungen mit den Abweichungen des Mondes führte ihn zu folgenden Resultaten:

1) Die Ursachen der regelmässig veränderten Wirkungen des Mondes auf unsere Atmosphäre sind in seiner Abweichung vom Aequator zu suchen.

2) Zur Vermehrung oder Verminderung des Mondeinflusses bei den verschiedenen Destinationen tragen bei: Erdferne und Erdnähe, Opposition und Conjunction mit der Sonne, sowie Sonnenwenden und Nachtgleichen.

Bei der nördlichen Constellation sind in unserem Klima südliche und westliche Winde vorherrschend, im Sommer zuweilen südöstliche; Barometer nur selten steigend, Witterung meist regnerisch, wolkig, häufig Stürme und Gewitter. Bei der südlichen

Constellation sind nördliche und nordwestliche Winde vorherrschend, im Sommer nordöstliche, nicht selten östliche; das Barometer steigt sehr stark, wenn die Winde nicht sehr heftig sind, Wetter hell, kalt und trocken, im Sommer seltener Gewitter.

Lamarck war zuerst der Meinung, dass die Witterungsänderungen mit den nördlichen und südlichen Wendungen des Mondes erfolgen, jedoch nachher hielt er es für besser, den Anfang der Wetteränderungen auf die Zeit der auf- und niedersteigenden Aequinoctien zu setzen. Dabei bemerkt er, dass in unseren Breiten der Einfluss der Himmelskörper weniger stark als zwischen den Wendekreisen sei und verschiedene andere Einflüsse die Wirkungen des Mondes verdecken, ja aufheben könnten.

Nach diesen Ideen hat Lamarck einen wetterprophetischen Kalender für das 8. Jahr der französischen Republik zu Stande gebracht und herausgegeben [117]), allein Cotte verglich die Wetterprophezeihungen Lamarck's mit den meteorologischen Beobachtungen [118]), und aus diesen Vergleichungen geht hervor, dass die Theorie des Bürgers Lamarck auf sehr schwachen Füssen steht.

Zu den meteorologischen Beobachtungen zu La Forêt in Louisiana (1800) bemerkt Will-Dunbar [119]): „bei diesen häufigen und plötzlichen Aenderungen im Zustande der Atmosphäre während des Winters hat man hier eine vortreffliche Gelegenheit, den gemeinen Glauben von dem Einflusse zu prüfen, den der Mond in seiner Conjunction, Opposition und seinen Quadraturen auf die Witterung äussern soll. Ich habe auf diese Untersuchung alle Aufmerksamkeit gewendet, habe aber nichts wahrnehmen können, was die Ehrfurcht zu rechtfertigen vermöchte, die Leute, bis zu welchen das Licht der Physik nicht gedrungen ist, noch bis auf diesen Tag vor jenen auf Tradition beruhenden Regeln haben."

Pilgram stellte seine Beobachtungen den Toaldo'schen gegenüber, wobei er, abweichend von Toaldo, die Wirkung der Mondspunkte nicht auf 5, sondern auf 3 Tage annimmt und erhielt für die Witterungsänderungen folgende Werthe [120]):

Nm.	Vm.	Perig.	Apog.	süd. Lun.	nördl. Lun.	Eintr. i. d. Knoten.
58	63	72	64	64	67	63

Ausführliche Tabellen giebt uns Pilgram über den Charakter der Witterungsänderung nach den einzelnen Mondspunkten, von denen wir eine wiedergeben wollen:

Auf	Feuchtes Wetter folgte	entst.	blieb	Trock. Wetter folgte	entst.	blieb	Trübes Wetter folgte	entst.	blieb	Heiteres Wetter folgte	entst.	blieb
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
100 Neumonde	26	22	4	74	36	38	55	29	26	45	21	24
„ Vollmonde	29	25	4	71	38	33	62	29	33	38	22	16
„ Viertel	25	22	3	75	41	34	53	20	33	47	28	19
„ Perig.	36	34	2	64	38	26	60	29	31	40	27	13
„ Apog.	20	18	2	80	63	17	46	16	30	54	31	23
„ ☊ ☋	29	28	1	71	35	36	53	20	33	47	25	22
„ gr. nrdl. Ab.	32	28	4	68	54	14	51	23	28	43	29	14
„ „ „ „	30	25	5	70	54	16	52	27	25	48	27	21

Nur die 3 ersten Zahlenreihen könnten für den Einfluss des Mondes auf Witterungsänderung sprechen, alle übrigen geben kein bestimmtes Resultat.

Ferner untersuchte Pilgram 130 Monate nach der Bedeutung des 3., 4. und 5. Mondstages für den Witterungscharakter des ganzen Monats.

Dieser richtete sich nach dem	Tage				
	3. Tage	64 mal	nicht	36 mal
„ „	4. „	59 „	„	41 „
„ „	5. „	59 „	„	41 „

worin Pilgram die alte Regel von Aratos bestätigt findet. Für das Verhältniss der regnerischen Tage bei ab- und zunehmendem Monde findet Pilgram 12 : 13.

Ueberhaupt ist Pilgram von dem Einflusse des Mondes auf die Witterung vollständig überzeugt und bemerkt, dass dieser Einfluss in Oesterreich allgemein angenommen werde, „so dass auch der einfältigste Mensch eine Aenderung der Witterung mit den Mondvierteln erwarte.“

Gronau untersuchte den Einfluss des Mondes auf Grund 100jähriger Beobachtungen (1701—1800) im nördlichen Deutschland und zwar der von Bode mitgetheilten für 1701—1756 und der übrigen von ihm selbst angestellten [121]).

Nach Gronau hat unter 4952 Mondswechseln der Mond die Witterung verändert 1743 mal, nicht verändert 3189 mal.

	Neum.	Erstes V.	Vollm.	Letztes V.
Es veränderte	461 mal	409 mal	475 mal	598 mal
„ „ nicht	674 „	921 „	756 „	838 „

Witterungsänderungen fanden im Perigäum am häufigsten statt.

		Neumond	Erst. Viertel	Vollmond	Letzt. Viertel	Summe
Perig.	Aender.	134	85	90	80	389
„	keine „	102	129	103	143	477

Aus seinen Untersuchungen schliesst Gronau: „1) Die Veränderung der Witterung durch den Mondwechsel ist nicht immer so gewiss zu erwarten als man glaubt. 2) Die Wahrscheinlichkeit zur Veränderung der Witterung durch den Mondwechsel ist grösser, wenn sich der Mond in der Erdnähe, als wenn er in der Erdferne, wenn er nördliche, als wenn er südliche Breite hat, wenn er über, als wenn er unter dem Horizonte steht. 3) Sie wird noch wahrscheinlicher, wenn beim Neu- oder Vollmond mehrere Mondspunkte zusammentreffen. 4) Besonders wahrscheinlich ist sie, wenn sich dieser Fall im März und September bei der Tag- und Nachtgleiche, oder im Juni und December beim Sonnenstillstand ereignet, wo sie fast zur Gewissheit übergeht."

Wir stellen nach Schübler die Resulte von Gronau, Toaldo, Pilgram, Schübler und Flaugergues übersichtlich neben einander. Die Wirksamkeit des Vollmondes auf Wetteränderung verhielt sich zu derjenigen des letzten Viertels:

nach	Gronau (100 Jahre)	= 100 : 84
„	Toaldo (50 Jahre)	= 100 : 86
„	Schübler (28 Jahre)	= 100 : 80
„	Flaugergues (20 Jahre)	= 100 : 79
	mittl. Verhältniss	= 100 : 82.

Die Wirksamkeit der Syzygien verhält sich zu derjenigen der Quadraturen:

nach	Gronau (100 Jahre)	= 100 : 86
„	Toaldo (50 Jahre)	= 100 : 85
„	Pilgram (25 Jahre)	= 100 : 91
„	Flaugergues (20 Jahre)	= 100 : 88
„	Schübler (28 Jahre)	= 100 : 82
	mittl. Verhältniss	= 100 : 88.

Obgleich diese Zahlen unter einander auffallend übereinstimmen und damit im Einklange stehen, dass das Barometer in den Syzygien und im Perigäum tiefer stehe, als in den Quadraturen und im Apogäum, so lässt sich doch immerhin sehr schwer beurtheilen, welchen Werth man ihnen beizulegen hat, da man hierzu auf die Originalbeobachtungen und die Verwendung derselben bei der Untersuchung zurückgehen müsste.

Marcet berechnete 2 längere Beobachtungsreihen von Genua: die 34jährige von 1800—1833 und die 26jährige von 1834—1859[122]). Als Witterungswechsel betrachtete er den Uebergang des „schönen"

Wetters zum Regenwetter und umgekehrt, so dass zum schönen Wetter wenigstens zwei aufeinander folgende trockene Tage, zum Regenwetter zwei aufeinander folgende Tage mit mehr oder weniger Regen vorhanden sein mussten. Diese Annahme ist zwar rein willkürlich, indessen schliesst die Rechnung jede weitere Willkür aus.

Aus der älteren Reihe (1800—1833) zieht Marcet den Schluss, 1) dass die Witterungswechsel häufiger zur Zeit der Syzygien auftreten, als in den übrigen Mondspunkten (100 : 94); dieser Wechsel ist zu Gunsten des schönen Wetters im Verhältniss von 3 : 2; 2) dass der Wechsel häufiger ist am folgenden Tage nach Neumond (100 : 77), als an den übrigen Tagen und 3) dass die Quadraturen ohne Einfluss auf Witterungsänderungen sind, also Resultate, die mit Ausnahme des ersten Punktes schon erheblich von den obigen abweichen.

Für die einzelnen Jahrgänge 1834—39 giebt uns Marcet eine ausführliche Tabelle, woraus zu ersehen ist, welch' ausserordentlich grossen Schwankungen diese Zahlen unterworfen sind. Wir wollen uns darauf beschränken die Endresultate hier wiederzugeben.

Anzahl der Wetteränderungen.

Summe.		Vollmond		Neumond		Folg. Tag Vollmond		Folg. Tag Neumond		Barometer zeigt durch Steigen und Fallen den Wechsel an
		vom Regen zu schönem Wetter.	vom schönen Wetter zu Regen.	vom Regen zu schönem Wetter.	vom schönen Wetter zu Regen.	vom Regen zu schönem Wetter.	vom schönen Wetter zu Regen.	vom Regen zu schönem Wetter.	vom schönen Wetter zu Regen.	
1834/59	1172	20	19	23	16	19	23	24	24	887
1800/59	2630	51	39	55	38	—	—	—	—	—

Also in den 26 Jahren (1834—59 = 9496 Tagen oder nahezu 640 Mondsmonaten) vollzogen sich 1172 Witterungsänderungen. Bei gleicher Vertheilung müssten 80 Wechsel auf die beiden Hauptphasen des Mondes fallen. Hier kommen nur 78 auf dieselben und zwar 39 auf den Vollmond und 39 auf den Neumond, während für 1800—33 eine kleine Verschiedenheit zu Gunsten des Neumondes obwaltet.

Von den 39 Witterungswechseln beim Neumond geben 23 schönes Wetter, und nur 16 Regenwetter, beim Vollmond ist dieses Verhältniss 20 : 19, so dass also beim Neumond der Wechsel zum schönen Wetter beinahe 1½ mal häufiger ist, als beim Vollmonde.

Ungleich häufiger und übereinstimmend mit der älteren Be-

obachtungsreihe ist der Wechsel Tags nach den beiden Hauptphasen, (nämlich 48 nach Neumond und 47 nach Vollmond).

Die Vereinigung beider Beobachtungsreihen zu einer 60 jährigen (1800—1859 = 21915 Tage = 742 Mondsmonate) ergiebt: von 2630 Witterungswechseln entfallen 93 auf den Neumond und 90 auf den Vollmond, anstatt 89 bei gleichförmiger Vertheilung; auf den folgenden Tag entfallen 107 Wechsel nach dem Neumond und 109 nach dem Vollmond, an Stelle von 89.

Die Wahrscheinlichkeit eines Wechsels beträgt überhaupt

$$\frac{2630}{21915} = 0{,}120$$

am Tage des Vollm. = 0,121 am Tage nach Vollm. = 0,143
„ „ „ Neum. = 0,125 „ „ „ Neum. = 0,148.

Was die Art des Wechsels betrifft, so findet derselbe für die ganze Reihe, bei beiden Hauptphasen nach der Seite des schönen Wetters statt und zwar mit einer Wahrscheinlichkeit von 0,726 überhaupt, für Neum. = 0,691, für Vollm. = 0,765, wobei die Wahrscheinlichkeiten in beiden Reihen übereinstimmen.

Aus der 26 jährigen Reihe folgt, dass Tags nach Neumond die Wechsel zum guten und schlechten Wetter gleiche Wahrscheinlichkeit haben, dass dieselben beim Vollmonde dagegen zu Gunsten des Regenwetters ausfallen (0,680).

Auf Grundlage der meteorologischen Aufzeichnungen des Siro Serafini in Vigevano (von 1827—1864) fand Schiaparelli [123]), dass das Wetter zwischen dem Vollmond und dem letzten Viertel veränderlicher ist, als zur Zeit des ersten Viertels.

Im Februar 1872 legte C. Dade dem Canadischen Institute eine Abhandlung über den Einfluss des Mondes auf die Witterung vor, in welchem er zunächst die Irrthümlichkeit der Behauptung des Dr. Forester von Bruges, dass nach einem von ihm, seinem Vater und Grossvater von 1767—1849 geführten Beobachtungsjournal auf jeden Samstag-Neumond in 19 Fällen unter 20 folgen 20 nasse und windige Tage, und der von englischen, amerikanischen, französischen, spanischen und chinesischen Seeleuten als zuverlässig gehaltenen Regel darthut [124]):

„Saturday's moon and Sunday's full
Never as fair, and never wull."

Dade prüft die Richtigkeit dieser sehr weit verbreiteten Volksmeinung durch 41 jährige Beobachtungen (1831—1871), indem er die Witterungsverhältnisse für 20 Tage, welche einem Samstag-

Neu- oder Vollmond folgten, heraushebt und solche Tage unterscheidet, an welchen weder Sturm noch Regen eintrat, und solche, an welchen Regen oder Schnee fiel oder stärkere Winde wehten. Die Untersuchung ergab:

Zahl der Samstag-Vollmonde	= 71
„ „ „ Neumonde	= 73
„ „ schönen Tage nach Vollmond . . .	= 972
„ „ nassen u. stürm. Tage nach Vollmond	= 438
„ „ schönen Tage nach Neumond . . .	= 1007
„ „ nassen u. stürm. Tage nach Neumond	= 461.

Hiernach ist das Verhältniss der schönen Tagen zu den nassen und stürmischen in den 20 Tagen, die auf einen Samstag-Vollmond folgen, 2,21, und für einen Samstag-Neumond 2,18; also ein so geringer Unterschied, dass die Thatsachen der Volksmeinung widersprechen.

Ebenso fand er keinen Einfluss der Mondphasen und der Stellung des Mondes auf die Witterung, so dass also hierdurch die gewöhnliche Meinung keine Stütze findet, sondern widerlegt wird. Es verhielten sich beim

Neumond: nasse Tage : schönen Tagen = 142 : 340
Vollmond: „ „ : „ „ = 144 : 344

wobei jedesmal 3 aufeinander folgende schöne und 3 aufeinander folgende nasse Tage gemeint sind. Ferner erhielt er:

	nasse T.		schöne T.
5 Tage vor Eintritt des Mondes ins Perigäum	182	:	331
„ „ „ „ „ „ „ Apogäum	188	:	323
„ „ zur Zeit des Perigäums	191	:	320
„ „ „ „ „ Apogäums	178	:	325
„ „ nach Eintritt des Perigäums	200	:	311
„ „ „ „ „ Apogäums	200	:	332.

Sehr grossen Einfluss auf die Witterungserscheinungen legt Rudolph Falb[125]) dem Monde bei, indem durch die Gravitation des Mondes heftige Bewegungen der Atmosphäre hervorgerufen werden sollen, in welchen Luftmassen der verschiedenen Wärmegrade sich einander begegnen und sonach zur Bildung von Cyklonen, Gewittern und Hagelfällen Veranlassung geben.

Falb unterscheidet 6 Fluthfactoren in 3 Kategorien, welche der Meteorologe besonders zu beachten habe:

I. Opposition und Conjunction in Bezug auf den Meridian (1)
„ „ „ „ „ „ „ Aequator (2)

II. Erdnähe des Mondes . . . . (3)
„ der Sonne . . . . (4)
III. Aequatorstand des Mondes . . . . (5)
„ der Sonne . . . . (6)

„Je mehr von diesen Factoren mit dem ersteren (also dem Neu- und Vollmondstage) zusammentreffen, desto grösser ist die Fluthbewegung. Ausserdem ist der dritte Factor an Stärke sehr veränderlich. Es können daher an gewissen Tagen ausserordentlich grosse Fluthwerthe hervortreten.“

Falb versichert uns, dass er aus den europäischen Wetterberichten seit 1869 gefunden habe, dass an den Tagen, auf welche die grössten Fluthwerthe des Jahres fallen, in den Wintermonaten nicht nur zahlreiche Stürme in allen Regionen der Erde, sondern sogar heftige Gewitter und Hagelfälle eintreten, obgleich bekanntlich in unseren Gegenden diese letzteren Erscheinungen nicht zum Witterungscharakter des Winters gehören.

Als nächste Wirkung der Fluth sieht Falb eine stärkere Aeusserung des „Aequatorial- und Polarstromes“ an, wodurch am Orte des Zusammentreffens beider grössere Temperaturdifferenzen hervorgebracht würden, namentlich für unsere Gegenden im Winter, und dieses gäbe dann Veranlassung zu Cyklomen, zur raschen Condensation des Wasserdampfes, zur Gewitter- und Hagelbildung.

Dem letzten Fluthfactor schreibt Falb die sogenannten Aequinoctialstürme und das „Aprilwetter“ zu. Tritt dieser (6.) Fluthfactor mit dem 4. zusammen, und dieses geschah nach Falb 4000 v. Chr. und wird 6400 n. Chr. sich ereignen, so finden bedeutende Hochfluthen statt. „Aeussert sich nun die atmosphärische Hochfluth in einem grossen Aufruhr des Luftoceans und in heftigen Niederschlägen, so würden wir uns gegenwärtig, etwa seit 600 Jahren, in der glücklichsten Periode befinden, die jedoch schon in Abnahme begriffen ist.“

Auch Magen- und Darmkrankheiten sollen nach Falb in Beziehung zu dem Hochfluthwetter stehen, und derselbe wünscht, dass die Aerzte sich für die weiteren Untersuchungen über diese Frage interessirten (!).

Die Einzelfälle, welche Falb für seine Theorie ins Feld führt, sind durchaus nicht beweisend für die Existenz eines Naturgesetzes, mit solchen Einzelfällen lässt sich am Ende jede Hypothese beweisen.

Wir müssen das sanguinische Vorgehen Falb's in einer so

wichtigen Frage, wie die Mondmeteorologie sie bietet, durchaus verurtheilen, um so mehr, als seine im Salonstile geschriebenen „Wetterbriefe“ an das grössere Publikum gerichtet und nicht geeignet sind, zur Beseitigung der Vorurtheile beizutragen, ohne uns darum zu kümmern, dass er in allerhand pikanten Ausdrücken gegen die „zünftigen Meteorologen“ sich ergeht, die gegenüber dem Glauben an den Einfluss des Mondes sich einem wohl berechtigten Skepticismus hingeben.

Am Schlusse dieses Abschnittes, welcher von dem Einflusse des Mondes auf das Wetter überhaupt handelt, will ich nicht unterlassen, ein kühnes Vorgehen zu erwähnen, welches der Jetztzeit angehört, nämlich auf Grund des Mondeinflusses tägliche detaillirte Prognosen für alle Witterungselemente auf Monate voraus auszuarbeiten und zu veröffentlichen, wie es von Overzier in Köln und Friesenhof in Nedanocz (Ungarn) geschieht. Obwohl hier eine exacte wissenschaftliche Grundlage durchaus fehlt, so dürfen wir dieses Vorgehen bei der sehr grossen Verbreitung dieser Art Wetterprognosen doch nicht ganz mit Stillschweigen übergehen, um so weniger als dasselbe uns eine treffliche Illustration zu dem Erfahrungssatze bietet, dass der Drang nach Wissen und nach Erkennung des Zukünftigen gewöhnlich stärker ist, als die Frage woher dieses Wissen stammt, und dass jenes stets und überall eine bedeutende Mehrheit der Menschen zur Selbsttäuschung in diesen Dingen führt.

Durch langjährige Praxis und fortgesetzte Forschungen war man zu der Einsicht gelangt, dass es nur durch langwierige und mühsame Arbeit möglich sein werde, mehr Licht in den verwickelten Gang der atmosphärischen Vorgänge zu bringen und die Aussicht auf grossartige, rasch auf einander folgende Entdeckungen war immer mehr in die Ferne gerückt. Da tritt plötzlich Overzier, ein den Meteorologen vollständig unbekannter Mann, mit der Behauptung hervor: „Die ausübende Witterungskunde muss auf der Grundlage der Gezeitenlehre aufgebaut werden,“ und giebt mit einer wahrhaft verblüffenden Kühnheit Prophezeihungen für ganze Monate, wobei noch die einzelnen Tageszeiten mit berücksichtigt werden. Man sollte denken, dass einem solchen Fluge ein plumpes, nur zur Erheiterung des Publikums beitragendes Herabfallen rasch folgen müsste und dass solche Voraussagungen vom Publikum mit den Prophezeihungen im Kalender auf eine und dieselbe Stufe gestellt würde; allein Overzier bemüht sich, seine Prognosen mit einem wissen-

schaftlichen Gewande zu umgeben, er weist auf grossartige Resultate seiner Forschungen hin, ohne uns eine genügende Auskunft über die Grundlage seiner Prophezeihungen zu geben. Overzier tröstet unsere Neugier nur mit dem Gedanken, „dass das in die Augen springende wesentliche Zutreffen der Prognosen mehr als alle theoretischen Raisonnements den Beweis dafür liefert, das es atmosphärische Gezeiten giebt, und dass dieselben auf die Wetterlage von wesentlichem Einflusse sind," und glaubt so den wissenschaftlichen Darlegungen seiner Grundlage, deren Existenz wir nicht annehmen, entgehen zu können. Ferner werden alle halbwegs günstigen Aeusserungen, die jedenfalls sehr häufig aus Höflichkeitsrücksichten gemacht werden, mit Geschick in Zeitungsannoncen breitgetreten und die glänzenden Erfolge in einer Weise dem Publikum ausposaunt, wie es bei Geheimmitteln, nicht aber bei wissenschaftlichen Dingen gebräuchlich ist. Hauptsächlich diesen Ursachen ist es zuzuschreiben, dass jene Prophezeihungen so grosse Verbreitung und bis zur jetzigen Zeit auch Abnehmer finden konnten.

Sehr bemerkenswerth ist eine Aeusserung Overzier's, welche uns Aufschluss darüber giebt, wie er zu seiner grossartigen Entdeckung gekommen ist: „Eine Beobachtung," sagt er in seinem Flugblatte vom 10. Februar 1882, „wie in den unterhalb des Mondes vorüberziehenden Wolken förmliche Löcher entstanden, ist der Anlass andauernder, fast stündlicher Beobachtungen gewesen, die mich zu höchst überraschenden Resultaten brachten."

Dass die Overzier'schen Wetterprophezeihungen in der That keine feste Grundlage haben, geht aus dem Prognosenbüchlein für Januar 1885 hervor, wo sich Overzier auf die unten noch zu besprechenden Arbeiten von Leyst, Rykatschew und Belikow beruft, deren Resultate schon wegen der kurzen Beobachtungszeit sehr unbestimmt und theilweise widersprechend sind. Hätte Overzier wirklich eine grosse Entdeckung gemacht, so würde er sich wahrhaftig nicht hierauf berufen. Da eine Grundlage der Overzier'schen Prognosen nicht vorhanden oder wenigstens nicht bekannt war, so musste eine Vergleichung derselben mit den nachfolgenden Thatbeständen die Realität oder das Gegentheil derselben entscheiden. Von verschiedenen Seiten wurden sorgfältige und vorurtheilsfreie Prüfungen angestellt, allein diese fielen übereinstimmend ungünstig aus, was jedoch Overzier nicht abhielt, auf dem einmal betretenen Wege, immer geräuschvoller auftretend, weiterzugehen.

Viel offener und ehrlich sind die Bestrebungen von Friesen-

hof, welchem es augenscheinlich darum zu thun ist, die praktische Witterungskunde durch Ausbildung seiner Theorie zu fördern und welchem lucrative Zwecke durchaus ferne liegen. Eine ausführliche Darlegung seiner Ansichten giebt Friesenhof in der Deutschen Meteorologischen Zeitschrift (1884 S. 367 ff.), aus welcher wir nur die wichtigsten Punkte hervorheben wollen.

Nachdem Friesenhof versichert hat, dass „geradezu verblüffende Erfolge die Wahrheit seiner Lehre erweisen", stellt er 4 resp. 6 Fundamentalsätze auf. Als erstes Fundament führt er den von Falb ausgesprochenen Satz an, „dass die Culmination der einzelnen Fluthfactoren maassgebend sind, nicht die Undulationen der Fluthcurven selbst", und bemerkt dabei, „dass die Fluthfactoren die Cyclonen ja beeinflussen, aber nicht erzeugen."

Als zweiten Satz stellt er auf, „dass neben den Partialculminationen der einzelnen Fluthcurven auch die jeweilige Fluthintensität auf die cyclonalen Erscheinungen bestimmend einwirkt," und als dritten Satz, „dass die Fluth nach Maassgabe ihrer Intensität und in hervorragendem Maasse an den Tagen der Partialculminationen die aufsteigenden Luftströme verstärkt, die ohne Hinzuthun der Fluth auf andere Weise entstanden sind und vom hinzutretenden Fluthelemente als bereits vorhandene Grössen vorgefunden werden."

Den vierten Satz bezeichnet Friesenhof als „den Cardinalsatz der Wetterprognose auf Basis der Gezeiten, der füglich als ein Fundamentalsatz der Gezeitenlehre selbst gelten kann"; er lautet:

„a) An jenen Tagen, an denen eine Partialculmination stattfindet, bekunden alle aufsteigenden Luftströme eine Tendenz zum Centrum einer Cyclone zu werden, d. i. zu solchen heranzuwachsen. Wie weit diese Tendenz sich thatsächlich entwickeln wird, hängt davon ab, ob die vorgefundene Temperaturvertheilung in der Nachbarschaft und die Verdunstungsmenge an der Vorderseite der sich bildenden Cyclone dies gestatten.

b) Je grösser die Intensität der Fluth im Allgemeinen ist, desto stärker ist die Tendenz der atlantischen Cyclonen, Europa nördlich zu treffen, d. i. desto nördlicher drängen sich ihre Bahnen.

c) Die stündlichen Undulationen der Fluthcurve äussern sich in einer Tendenz der grossen Anticyclonen, nördlich nachzugeben, wodurch die Ausbildung intermaximaler Depressionen befördert wird."

Viel Gewicht legt Friesenhof auf die richtige Construction der Fluthcurve, welche mit ihren monatlich zwei Wellenbergen und dazwischen liegenden Wellenthälern darüber Auskunft giebt, ob

die Bahnen der atlantischen Cyclonen sich mehr nördlich oder mehr südlich halten werden. Eine Prognose, bemerkt Friesenhof, welche auf einer vollkommen richtigen Fluthcurve basirt wäre, könnte geradezu Erstaunendes in ihrer Treffsicherheit leisten. Da die genaue Feststellung der Fluthcurve nur durch sehr mühsame und complicirte Rechnungen ermöglicht werden kann, giebt Friesenhof angenäherte Werthe derselben an:

„Ich habe mir Werthe fingirt, die annähernd sind, es handelt sich darum, sie durch richtige Werthe zu substituiren. Ich bezeichne die Fluthkraft der Coïncidenz des Meridiandurchganges von Sonne und Mond (1), des Aequatordurchganges des Mondes (2), des Aequatordurchganges der Sonne (3), der Erdnähe der Sonne (4), des Neumondes (5) mit der Zahl 12, beziehungsweise 120, der Erdnähe des Mondes (6) mit 8, beziehungsweise 80, des Vollmondes (5) mit 9, beziehungsweise 90, der Mondknoten (7) und des letzten Viertels (8) mit 4, beziehungsweise 40, endlich des ersten Viertels (9) mit 3, beziehungsweise 30. Bei jenen Fluthfactoren, bei denen die Declination den Gradmesser abgiebt, unterscheide ich die nördliche von der südlichen Declination, indem ich bei der letzteren die grösste Declination gleich 0 ansetze, die nördliche dagegen mit 1/4 des Werthes der Declination 0."

Für keinen dieser Sätze ist irgend ein stichhaltiger Beweis beigebracht worden, geschweige denn durch quantitative, aus der Erfahrung genommene Bestimmung der Betrag der einzelnen Fluthfactoren festgelegt worden, so dass wir uns der Ueberzeugung nicht erwehren können, dass diese Hypothesen wenigstens der Hauptsache nach auf Irrthum und Selbsttäuschung beruhen.

---

c) Einfluss des Mondes auf die Niederschläge.

Den bereits oben mitgetheilten Aphorismen über Witterungsänderungen mit den Mondspunkten fügt Toaldo noch folgende über Niederschlagsverhältnisse hinzu: „1) Das Regenmaass ist sich in einer Periode von 9 zu 9 Jahren gleich; und desswegen ist dieser Lauf von 9 Jahren der beste, den Ertrag der Felder zu schätzen und zu vergleichen. 2) Regen und Winde fangen gemeinlich an (hören auf) nahe um die Stunde, wenn der Mond auf- oder unter-, durch den oberen oder unteren Meridian geht; oder vielmehr um

die Stunde des An- und Ablaufens der Wasser, nämlich wenn die Ebbe und Fluth zu steigen oder zu fallen anfängt. 3) Es regnet weit öfter des Tages, als des Nachts und mehr am Abend, als in den Morgenstunden."

Toaldo summirte aus 40jährigen Beobachtungen alle Regentage je eines halben anomalistischen Umlaufs, indem er das Perigäum und Apogäum in die Mitte nahm, wobei auf das Perigäum 13, auf das Apogäum 14 bis 15 Tage entfielen, und erhielt:

für Perigäum 2153 Regentage }
" Apogäum 2001 " } Differenz 152 Regentage

d. h. wenn es 13 mal beim Apogäum regnet, so regnet es 14 mal beim Perigäum.

Zur Controle untersuchte er die Anzahl der Zeiträume mit 14 regenfreien Tagen und fand für das Perigäum 40, für das Apogäum 49 regenlose Zwischenräume.

Auf dieselbe Weise erhielt Toaldo für

die Syzygien 2297 Regentage }
" Quadraturen 1884 " } Diff. 443 Regentage (oder 1/5);

für die regenlosen Zwischenräume:

für die Quadraturen 235 }
" " Syzygien 161 } Diff. 74 regenlose (oder 1/3).

Durch die Witterungserscheinungen bei Ebbe und Fluth im Venetianischen Busen kam Toaldo zu der Vermuthung, dass der Mond bei seinem täglichen Umlauf in den 4 Hauptpunkten (des Horizontes und des Meridians, den Mondswinkeln der Alten) die Regenstunden ähnlich beeinflusse, wie Ebbe und Fluth. Aus 3jährigen Beobachtungen berechnet er, dass in 760 Fällen 646 mit diesen Mondswinkeln übereinstimmten und nur 114 von der Regel abwichen.

Flaugergues fand[126]) aus den Beobachtungen zu Viviers, ausser den in der Tabelle VI p. 153 angegebenen Zahlen, für das Perigäum 93, für das Apogäum 78 Regentage.

Sehr eingehend beschäftigte sich Schübler mit dem Einflusse des Mondes auf die Niederschläge[127]). Die Untersuchungen Schübler's basiren auf 28jährigen Beobachtungen aus dem südwestlichen Deutschland und zwar 16jährige (1813—1828) in Augsburg, 4jährige (1809—1812) in Stuttgart und 8jährige (Ephemeriden 1781—1788) in München angestellten, ein Zusammenwerfen von Beobachtungen, das jedenfalls nicht vorwurfsfrei ist, insbesondere bei einem so ausserordentlich schwankenden Elemente, wie dem

Niederschlage. Wir theilen die Resultate dieser Untersuchung der Hauptsache nach mit.

Indem Schübler jeden Tag, an welchem 0,05^{mm} und mehr Niederschlag gefallen war, als Regentag rechnete, erhielt er für die 4jährigen Zeiträume von 1809—1829 folgende Anzahl der Regentage:

	in 20 Jahren	1809 bis 1812	1813 bis 1816	1817 bis 1820	1821 bis 1824	1825 bis 1828
von N.M. bis E.V.	764	132	142	145	179	106
„ E.V. „ VM.	845	145	169	173	180	178
„ V.M. „ L.V.	761	124	145	162	166	164
„ L.V. „ N.M.	696	110	139	135	153	159
während d. zun. Mondes	1609	277	311	318	359	344
„ „ abn. „	1457	234	284	297	319	323
Uebersch. b. zun. Mond	152	43	27	21	40	21

Die Zahl der Regentage vom Neumond bis letzten Viertel verhielt sich hiernach zu denen vom Neumond bis zum ersten Viertel nahezu wie 5 : 6.

Zur genaueren Untersuchung berechnete Schübler die einzelnen Tage des ganzen synodischen Mondumlaufes der 28 Beobachtungsjahre für die wärmere (April bis September) und kältere Jahreszeit (Oktober bis März), indem er den ganzen Umlauf nach den Mondspunkten in 8 gleiche Theile, und jede Gruppe wieder in 4 Abschnitte theilte, so dass in dem letzten Abschnitte bei der Erdnähe einige Tage ausfielen. Die erste Columne enthält die unmittelbar erhaltenen Summen der Regentage; die zweite das Mittel aus 4 Tagen (dem Tage der Phase, den 2 vorhergehenden und den nachfolgenden), die dritte Columne zweimal ausgeglichene Zahlen aus den drei zunächst angrenzenden Tagen, auf 1000 reduzirt.

Nach den mehrmals ausgeglichenen Zahlen erfolgt der Gang der Niederschläge regelmässig: im Allgemeinen erreichen sie ihr Maximum zwischen dem ersten Viertel und dem Vollmond, dann nach rascher Abnahme ihr Minimum kurz nach dem letzten Viertel, worauf sie auf's Neue zu steigen beginnen. Die nicht ausgeglichenen Zahlen dagegen zeigen so ausserordentliche Unregelmässigkeiten, dass darin ein Gesetz durchaus nicht erkennbar ist und nur noch die beiden Extreme mit einiger Wahrscheinlichkeit festgestellt werden können. Die Curven für die wärmere und kältere Jahreszeit sind nach den ausgeglichenen Zahlen übereinstimmend, nur fallen in der kälteren Jahreszeit die Extreme um etwa eine halbe Phase

früher und zeigen noch ein secundäres Maximum und Minimum. Die Menge der Niederschläge verhält sich zur Zeit des Minimums zu derjenigen des Maximus im Sommer = 100 : 124,1, im Winter = 100 : 123,7.

	April bis Sept.			Okt. bis März			Jahr			60jährig. Mittel.		
	1täg. Mittl.	4täg. Mittl.	Auf 1000	1täg. Mittl.	4täg. Mittl.	Auf 1000	1täg. Mittl.	4täg. Mittel.	Auf 1000	1täg. Mittl.	4täg. Mittel.	Auf 1000
Tag vorher . . .	62	63,7	28,7	69	67,2	31,2	133	133,7	30,5	214	281,2	30,8
Neumond . . .	74	64,7	29,3	72	65,0	30,9	148	132,2	30,6	295	285,7	31,0
Tag nachher . . .	71	64,7	29,6	72	63,5	30,6	148	130,5	30,6	323	285,2	31,0
	52	65,2	29,8	*47*	64,5	30,5	*100*	131,5	30,5	311	282,7	30,8
Tag vorher . . .	62	65,5	30,0	63	65,2	30,4	126	131,5	30,5	*212*	278,5	30,6
1. Oktant . . .	76	65,0	30,2	76	62,7	30,2	152	129,2	30,6	285	278,5	30,4
Tag nachher . . .	72	67,7	30,6	75	64,0	30,4	148	133,2	30,8	306	275,2	30,3
	50	68,0	30,9	*37*	64,5	31,0	*91*	133,7	31,2	341	277,5	30,4
Tag vorher . . .	78	67,5	31,3	68	66,2	32,0	140	134,5	31,7	*199*	279,5	30,5
Erstes Viertel . .	77	67,0	31,8	78	72,0	33,3	156	140,7	32,5	294	279,0	30.9
Tag nachher . . .	70	72,0	32,6	82	73,3	34,3	151	143,5	33,2	314	288,5	31,5
	56	72,0	33,4	*60*	73,7	34,6	*116*	145,5	33,8	309	294,7	32,1
Tag vorher . . .	78	76.2	34,2	73	74,2	34,3	151	149,7	34,1	*237*	301,0	32,6
2. Oktant . . .	84	75,5	34,5	80	69,5	34,0	164	144,5	34,1	319	305,5	32,8
Tag nachher . . .	87	76,0	34,7	84	71,5	33,6	167	146,7	34,0	339	296,7	32,7
	53	75,5	34,5	*41*	71,0	33,4	*96*	146,2	33,9	327	298,2	32,6
Tag vorher . . .	80	75,5	34,4	81	68,7	33,3	160	144,7	33,9	*202*	296,7	32,4
Vollmond . . .	82	74,5	34,2	78	71,7	33,1	162	146,2	33,6	325	296,5	32,4
Tag nachher . . .	87	73,5	33,9	75	69,2	32,7	161	143,0	33,3	333	297,5	32,4
	49	75,2	33,7	*53*	67,7	32,2	*102*	142,7	32,9	326	297,0	32,4
Tag vorher . . .	76	73,0	33,1	71	67,0	31,4	147	140,0	32,2	*206*	296,0	32,4
3. Oktant . . .	89	70,5	32,1	72	63,5	30,6	161	133,7	31,2	323	296,7	32,2
Tag nachher . . .	78	68,0	30,8	72	63,0	29,5	150	131,0	30,2	329	294,7	31,8
	39	63,5	29,6	*39*	59,7	28,6	*77*	123,2	29,2	329	286,5	31,2
Tag vorher . . .	66	61,2	28,9	69	59,5	28,4	136	120,7	28,9	*198*	276,2	30,5
Letztes Viertel .	71	63,0	28,7	59	60,5	28,2	130	122,5	28,4	290	272,2	30,0
Tag nachher . . .	69	63,5	28,8	71	57,7	28,0	140	120,7	28,3	288	271,0	29,8
	46	63,5	28,8	*43*	60,0	28,3	*84*	122,7	28,4	313	272,1	29.8
Tag vorher . . .	68	61,0	28,4	58	59,2	28,7	129	120,0	28,5	*198*	277,7	30,0
4. Oktant . . .	71	61,5	28.2	68	62,5	29,6	138	125,5	29,0	294	273,2	30,1
Tag nachher . . .	59	60,0	27,9	68	65,2	30,5	129	127,2	29,6	311	278,5	30,3
	48	60,7	28,1	*56*	66,2	31,1	*106*	129,0	30,1	295	278,7	30,4

Zur Bestimmung der Regenmenge benutzte Schübler die 16jährigen Beobachtungen von Augsburg und fand (vergl. Tabelle VI, p. 153) ein entschiedenes Minimum im letzten Viertel, welches sich zum Maximum des 2. Oktanten verhält = 100 : 136.

In der folgenden Tabelle sind für den Einfluss des Apogäums und Perigäums die direkten Mittel aus 28jährigen Beobachtungen, für denjenigen in den verschiedenen Breiten die ausgeglichenen Zahlen 12- resp. 9jähriger Beobachtungen gegeben:

	Regentage			12 Jahre südlich. Abw. d. Perig.	9 Jahre nördl. Abw. d. Perig.
	Jahr	warme Jahreszeit.	kalte Jahreszeit.	ausgegl.	
3 Tage vor Perig.	163	78	84	—	—
2 „ „ „	161	84	75	71,2	50,5
1 Tag „ „	162	83	79	70,5	53,0
Perigäum . .	184	96	82	70,5	57,2
1 Tag nach Perig.	177	102	74	72,0	55,0
2 Tage „ „	157	86	70	74,0	48,7
3 „ „ „	165	85	81	—	—
Summe	1169	614	545	357,9	264,4
3 Tage vor Apog.	145	87	59	—	—
2 „ „ „	175	98	79	67,5	56,0
1 Tag „ „	170	94	75	68,7	60,2
Apogäum . . .	161	87	73	66,5	59,7
1 Tag nach Apog.	154	82	71	62,5	56,2
2 Tage „ „	146	77	69	60,7	52,0
3 „ „ „	148	74	70	—	—
Summe	1099	599	496	325,9	284,1

Aus der Tabelle folgt eine Zunahme der Regenhäufigkeit mit Annäherung an die Erdnähe und eine Verminderung nach der Erdferne zu und zwar sowohl in der wärmeren als auch in der kälteren Jahreszeit, indessen wirken im Sommer die Apsiden stärker und regelmässiger, als im Winter. Am häufigsten sind Niederschläge, wenn die Erdnähe im Sommer in der Nähe des Vollmonds, im Winter dagegen in der Nähe des ersten Viertels eintritt.

Bei den verschiedenen Abweichungen des Mondes fand Schübler folgende Verhältnisse: die Regenhäufigkeiten verhielten sich im Perigäum zum Apogäum:

in der Nähe des Aequators = 100 : 116,5
während südlicher Abw. = 100 : 111,2
„ nördlicher „ = 100 : 94,5

Also haben die Apsiden die grösste Wirkung in der Nähe des Aequators, die geringste während der nördlichen Abweichung.

Den Einfluss der verschiedenen Abweichungen des Mondes zeigt die nachfolgende auf die 28jährige Beobachtungsreihe basirende Tabelle (nicht ausgegl.).

	Regentage		
	Jahre.	warmes Jahr.	kaltes Jahr.
2 Tage vor	156	87	71
1 Tag „	162	82	80
Südl. Lunist.	156	87	68
1 Tag nach	162	94	67
2 Tage nach	169	93	75
Summe ...	805	443	361
1 Tag vor	163	84	79
Durchgang durch Aeq. .	164	82	82
1 Tag nach	158	77	81
Summe ...	485	243	242
2 Tage vor	164	78	86
1 Tag vor	155	71	84
Nördl. Lunist.	144	72	72
1 Tag nach	164	89	75
2 Tage nach	155	80	75
Summe ...	782	390	392
1 Tag vor	144	75	69
Durchgang durch Aeq. .	169	97	72
1 Tag nach	142	72	69
Summe ...	455	244	210

Hiernach fällt am wenigsten Regen zur Zeit des nördlichen Lunistitiums, der Regen vermehrt sich beim Herabsteigen des Mondes durch den Aequator und wird am häufigsten zur Zeit des südlichen Lunistitiums und kurze Zeit nachher. Das Minimum verhält sich hier zum Maximum = 100 : 106,9 (beim synod. Monat war das Verhältniss = 100 : 120,6, beim anomalist. = 100 : 118,9).

Zwischen Sommer und Winter zeigt sich ein bemerkenswerther Gegensatz: im Sommer fällt während des südlichen Lunistitiums mehr Regen, als während des nördlichen im Verhältniss von 113,6 : 100, im Winter ist dieses Verhältniss 100 : 108,6.

Berechnet man die Monate der Sonnen- und Mondfinsternisse, wo also die Syzygien in der Nähe des Knotens, oder in diesen selbst eintreten, so finden in solchen Monaten mehr Niederschläge statt, als in den übrigen, wo die Syzygien in einer grösseren Breite eintreten, insbesondere liegen die Extreme weiter auseinander. Das Minimum (letztes Viertel) verhält sich zum Maximum (Vollmond) wie 100 : 141,7 (c. 5 : 7 dagegen beim synodischen Umlaufe = 5 : 6).

Eine Uebersicht der **Schübler**'schen Resultate geben wir in der nachstehenden Tabelle, in welcher die Zahlen auch mehrmals ausgeglichen sind.

Synod. Umlauf.	Tag des Neumonds .	42,8
	„ „ 1. Oktanten .	43,1
	„ „ Erst. Viert. .	44,1
	„ „ 2. Oktanten .	47,5
	„ „ Vollmonds .	46,4
	„ „ 3. Oktanten .	44,6
	„ „ Letzt. Viert. .	38,7
	„ „ 4. Oktanten .	38,3

Anomal. Umlauf.	Perigäum . . .	48,6
	Tag nachher . .	47,7
	Apogäum . . .	42,4
	Tag nachher . .	40,4
	2 Tage nachher .	39,6
	Südl. Lunist. . .	42,6
	Aufsteig. Aeq. . .	43,2
	Nördl. Lunist. . .	41,1
	Absteig. Aeq. . .	40,4

Breite	Eintritt in Knoten	44,9
	Grösste Breite . .	40,6
Zusammentreff. wirks. Punkte.	Auf Per. im E. V. .	37,1
	„ „ „ 2. Okt.	37,3
	„ „ „ Vollm.	44,1
	„ „ „ Neum.	43,1
	„ Apog. im L. V.	37,3
	„ Vollm. i. Knot.	50,0
	„ Neum. i. „	46.9
	„ L. V. in gr. Brt.	35,8
	„ Perig. im Knot.	48,9
	„ Apog. „ „	39,0
	„ 2 folg. Tage .	33,5

Wollen wir diese Zahlen auch als den Ausdruck der Mondswirkung auf unsere Atmosphäre gelten lassen, so geben sie doch immerhin nur geringe Wahrscheinlichkeiten für das Eintreten trockener oder nasser Witterung zur Zeit der verschiedenen Mondspunkte, so dass die Verwerthung dieser Wahrscheinlichkeit für die Praxis auch im günstigsten Falle jedenfalls nur einen geringen Werth haben könnte.

Wenn man den Mondseinfluss auf die Witterung überhaupt annimmt, so muss sich dieser auch bemerkbar machen in der mehrjährigen Periode des Mondes. Auch nach dieser Richtung hin stellte **Schübler** Untersuchungen an, und zwar untersuchte er die reine 19jährige Periode, die Periode der Mondsknoten von 18 Jahren 7,38 Monaten und die Periode des Perigäums und Apogäums von 17 Jahren 10,164 Monaten.

In der **Periode von vollen 19 Jahren** fallen die Syzygien, Quadraturen und die Hauptpunkte des synodischen Monats überhaupt wieder auf dieselben Monatstage, nur kommen die Apsiden des Mondes auf andere Tage, so dass die Verhältnisse doch nicht genau dieselben sind. Diese Periode sowie die nahezu gleich lange prüfte **Schübler** an den guten und schlechten Weinjahren und fand, dass die meisten guten Weinjahre diejenigen waren, in welchen der Mond zur Zeit der Lunistitien die grösste Abweichung hatte, die wenigsten dagegen diejenigen, wo die Abweichung sich dem geringsten Werthe näherte. Die Zahl der schlechten Weinjahre verhielt sich zu derjenigen der guten:

in den 3 Jahren mit der grössten Abw. von $28\,^1/_4$—28° = 10 : 16,1
„ „ 5 „ „ „ Abweichung „ 28—25° = 10 : 14,9

in den 4 Jahren mit der mittl. Abw. von 25—22° = 10 : 12,0
„ „ 4 „ „ „ Abweichung „ 22—19° = 10 : 11,0
„ „ 3 „ „ „ geringste Abw. „ 19—18¼° = 10 : 11,8

Jahre der grössten Abweichung waren z. B. 1781, 1782, 1783, 1800, 1801, 1802, 1819, 1820, 1821, der geringsten Abweichung 1772, 1773, 1774, 1790, 1791, 1792, 1809, 1810, 1811, 1828, 1829, 1830.

Bezüglich der 9- oder 18jährigen Periode fand Schübler, dass die meisten guten Weinjahre diejenigen waren, in welchen die Apsiden bei der grössten Abweichung des Mondes eintraten, die wenigsten die, in welchen diese in den Aequator fielen. „Die Zahl der schlechten Weinjahre verhält sich zur Zahl der guten in Jahren, in welchen das Perigäum eintrat in der Nähe oder

in das südliche Lunistitium = 10 : 15,0
„ „ nördliche „ = 10 : 15,7
(Mittel für Apsiden in den Lunistitien = 10 : 15,3)
in den aufsteigenden Aequator = 10 : 12,1
„ „ absteigenden „ = 10 : 10,3
(Mittel für Apsiden im „ = 10 : 11,2)."

Hierzu bemerkt Schübler[128]): „Es ergiebt sich, dass sich zwar bei diesen vieljährigen Perioden der Durchschnitte aus mehreren Jahren gewisse mittlere Einflüsse des Mondes nachweisen lassen, dass sich jedoch für einzelne Jahre nie mit Gewissheit Witterung und Fruchtbarkeit vorausbestimmen lassen, so wenig, wie wir dieses für einzelne Monate und Tage aus den obigen Mittelverhältnissen zu thun im Stande sind, obgleich die Gesetze selbst, nach welchen diese mittleren Einflüsse erfolgen, festzustehen scheinen."

Zu nahezu denselben Resultaten bezüglich des synodischen Monats gelangten Eugen Bouvard aus 23jährigen Beobachtungen in Paris und Eisenlohr aus 30jährigen in Karlsruhe und 27jährigen in Strassburg (vergl. Tabelle VII p. 154 und Curventafel p. 103). So unregelmässig auch der Gang der Zahlenwerthe ist, so lassen dieselben alle ein rasches Ansteigen kurz nach dem ersten Viertel zum Maximum, und ein rasches Abfallen kurz nach dem 2. Oktanten deutlich erkennen. Für Strassburg (vergl. ebendaselbst) zeigte Eisenlohr, dass die periodische Zu- und Abnahme der Regenmengen sich in den einzelnen Jahreszeiten ganz deutlich zeigt, aber weniger regelmässig, als im ganzen Jahr. Die grösste Regenmenge fällt nur im Herbst im 2. Oktanten, im Winter und Frühling im

1. Oktanten und im Sommer im Vollmond, dagegen fällt die geringste Regenmenge zu allen Jahreszeiten im 4. Oktanten mit Ausnahme des Frühlings, wo sie erst im Neumond eintritt. Auch die grössere Regenhäufigkeit, welche Bouvard und Flaugergues für das Perigäum im Verhältnisse zum Apogäum fanden, stimmt mit den Schübler'schen Resultaten.

Schübler setzte seine Untersuchungen fort, indem er seine 28jährige Beobachtungsreihe durch Hinzufügung der Jahre 1789 bis 1808 und 1772—1781 und 1829—1832 zu einer 60jährigen ergänzte und genau derselben Rechnung unterwarf, wie früher[129]). So erhielt er für die Anzahl der Regentage

				Mittlere Zahl	
vom Neum. bis 1. Okt.	1114	vom Vollm. bis 3. Okt.	1184	während d. zun. Mondes	4623
„ 1.Okt. bis Erst.Vtl.	1118	„ 3. Okt. bis Letzt.V.	1105	„ d. abn. „	4527
„ Erst.Vtl. bis 2.Okt.	1204	„ Letzt.V. bis 4. Okt.	1111	Differenz	96
„ 2. Okt. bis Vollm.	1187	„ 4. Okt. bis Neum.	1127		

Hälfte des Umlaufs vom 1. bis 3. Oktanten 4693 }
andere „ „ „ „ 3. Okt. durch Neum. 4456 } Diff. 237.

Hiernach finden in der auf den Vollmond fallenden Hälfte des Umlaufes jährlich nahezu 4 Regentage mehr statt, als in der anderen den Neumond einschliessenden Hälfte. Die Zahlen für den Gang der Regenhäufigkeit sind auf Tabelle p. 142 wiedergegeben, wobei die Gesetzmässigkeit viel deutlicher hervortritt, als bei der 28jährigen Reihe. Hiernach ist die Regenhäufigkeit an den Tagen des letzten Viertels am häufigsten, steigt mit Annäherung an den 4. Oktanten und erreicht an den Tagen des Neumondes ihr erstes und kleineres Maximum; nach Eintritt des Neumondes vermindert sich die Zahl der Niederschläge wieder einige Tage bis um die Zeit des ersten Oktanten, wo ein kleineres Minimum eintritt; mit Annäherung zum ersten Viertel nimmt die Regenfrequenz rascher zu und erreicht zur Zeit des 2. Oktanten einige Tage vor Vollmond ihr zweites grösstes Maximum, worauf dann zuerst langsame, dann rasche Abnahme erfolgt, bis im letzten Viertel das grösste Minimum erreicht wird.

Die Verschiedenheiten in der Grösse der monatlichen Schwankungen je nach der verschiedenen Abweichung des Mondes stellen wir nach den 60jährigen Beobachtungen in folgender Tabelle übersichtlich zusammen:

Stellung des Mondes.		Jahre mit grosser Abw. v. $26\frac{1}{2}$—$28\frac{3}{4}$°.	Jahre mit mittl. Abw. $20\frac{1}{2}$—$26\frac{1}{2}$°.	Jahre mit geringer Abw. $18\frac{1}{4}$—$20\frac{1}{2}$°.
Hälfte d. Vollm.	: Hälfte d. Neum.	100 : 92,4	100 : 94,5	100 : 95,3
Quadrt. „ „	: Quadr. „ L.Vtl.	100 : 85,2	100 : 91,0	100 : 95,5
„ „ E. Vtl.	: „ d.3.-4.Okt.	100 : 90,5	100 : 93,1	100 : 94,0
Grosses Maxim.	: Grosses Minim.	100 : 84,8	100 : 89,0	100 : 91,5
„ „	: klein. Maximum	100 : 90,1	100 : 95,0	100 : 97,4
Vollmond	: Neumond	100 : 90,2	100 : 95,2	100 : 97,6
Vollmond	: Letztes Viertel	100 : 85,1	100 : 87,4	100 : 100,3
Syzygien	: Quadraturen	100 : 90,2	100 : 90,7	100 : 103,1

Mädler erhielt für die 3 Tage

des Apogäums: Regen 93, 75, 84 = 252 mal; des Perigäums 86, 85, 93 = 264 mal.
Schnee 12, 20, 17 = 49 „ „ „ 23, 17, 15 = 55 „

Marcet (vgl. oben) fand aus der ersten Untersuchungsreihe (1800—1834),

1) dass es im Mittel häufiger am Tage des Vollmonds und des letzten Viertels regnet, als an den übrigen Tagen des Monats; die Tage des Neumondes und des ersten Viertels dagegen verhalten sich wie die übrigen Monatstage.

Dieses Resultat stimmt sehr wenig mit dem Schübler'schen überein, indem Schübler ein entschiedenes Minimum der Regenhäufigkeit im letzten Viertel behauptet.

2) Die Regenmengen zur Zeit des Neumondes, ersten Viertels und des Vollmondes übersteigen erheblich die Mittel der übrigen Monatstage. Die Regenmenge des letzten Viertels tritt, gegenüber den übrigen Phasen, erheblich zurück (90 : 93,5).

Die 26 jährigen Beobachtungen in Genua (1834—1859) ergaben folgendes Resultat (jeder Tag als Regentag betrachtet, welcher mindestens 0,2mm Niederschlag lieferte):

	Regentage					Regenmenge (mm)				
	Neum.	E. Vtl.	Vollm.	L. Vtl.	Ueberh.	Neum.	E. Vtl.	Vollm.	L. Vtl.	Ueberh.
Mittel	98	106	97	117	3156	618	704	602	879	21564

Für die einzelnen Jahrgänge, welche Marcet anführt, sind die Zahlen ausserordentlich schwankend, so dass hierdurch die Thatsache sich zu erkennen giebt, dass nur wenige excessive Jahre das Resultat völlig umkehren können. Dieses Ergebniss steht sowohl mit der älteren Reihe, sowie mit den Schübler'schen Werthen vielfach in Widerspruch. Nach der älteren Reihe regnet es am

Vollmond am häufigsten, nach der neueren am seltensten; nach der älteren fällt am Neumond die grösste und am letzten Viertel die geringste Regenmenge, dagegen nach der neueren fällt im letzten Viertel am meisten Regen, und am Neumond am wenigsten. Es scheint, dass bei diesen Untersuchungen der Zufall ganz besonders die Hand im Spiele gehabt hat.

Bei gleichmässiger Vertheilung der Regenmengen (21564^{mm} auf 9496 Tage) müssten an je 100 Tagen 225^{mm} Niederschlag fallen. Es fielen aber an 100 Tagen des

N.M. 192, E.V. 219, V.M. 187, L.V. 273,

also ist die Regenmenge für die 4 Hauptphasen kleiner als an den übrigen Monatstagen, während in der alten Reihe genau das Umgekehrte der Fall ist.

Zwischen Neu- und Vollmond, also beim wachsenden Monde fielen nach der neueren Reihe 10397^{mm} Regen, dagegen beim abnehmendem Monde, zwischen Vollmond und Neumond 11031, also gerade entgegengesetzt den Schübler'schen Resultaten und der Volksmeinung.

Ebensowenig übereinstimmend mit Schübler waren die Resultate, welche Clos für Soréze (Dep. Tarn) und Poitevin für Montpellier erhielten [130]). In der betreffenden Abhandlung von Clos sind nähere Angaben über Beobachtungen und Methoden nicht zu finden, jedoch scheinen sich die Resultate auf längere Beobachtungsreihen zu gründen. Clos unterscheidet einfache Mondspunkte (wenn der Mond sich weder in der Ebene der Ekliptik, noch in der des Aequators, noch im Peri- und Apogäum befindet) und zusammengesetzte, wo dieses der Fall ist. Indem er die Mondspunkte mit den 3 vorhergehenden und den 3 nachfolgenden Tagen verband, erhielt er für die Wirkung der einzelnen Punkte in Bezug auf Regen:

	Mondspunkte	
	einfache	allgemeine
Neumond	2,40	2,45
Erstes Viertel . .	2,36	2,24
Vollmond	1,88	2,28
Letztes Viertel . .	2,66	2,60.

Poitevin kam für Montpellier zu den nachstehenden Verhältnissen für die Regentage und regenfreien Tage [131]):

	Regentage	regenfreie Tage
Neumond	1 : 3	1 : 10
Erstes Viertel . .	1 : 5	8 : 9
Vollmond	1 : 4	1 : 6
Letztes Viertel . .	1 : 3	1 : 10.

Beide Ergebnisse stimmen darin überein, dass die Regenhäufigkeit in der den Neumond und das letzte Viertel einschliessenden Hälfte des Mondumlaufes grösser ist, als in der den Vollmond und das erste Viertel einschliessenden.

Clos fand ferner, dass der Neumond auffallend schneereicher ist, als der Vollmond und zwar in dem Verhältniss von 1,05 : 0,31.

Das Ergebniss seiner Abhandlung fasst Clos in folgenden Sätzen zusammen:

1) Obgleich die Wirkung des Mondes auf unsere Witterung nicht so gross ist, als man früher anzunehmen geneigt war, so ist dieselbe doch unbestreitbar.

2) Das Studium der einzelnen Mondspunkte kann zunächst und wahrscheinlich niemals genaue Regeln ergeben, worauf man mit Bestimmtheit rechnen kann.

3) Das Studium analoger Jahrgänge ist für die Praxis von grösster Bedeutung.

4) Fortgesetzte Beobachtungen sind durchaus zu empfehlen, da es sicher scheint, dass die Mondspunkte in verschiedenen Klimaten auch verschieden wirken.

Streintz berechnete aus den Beobachtungen der Greenwicher Sternwarte (1842—1867) für die Regenmenge und Regenhäufigkeit die in Tabelle VI p. 153 verzeichneten Werthe, bei welchen die Mittel für je 3 aufeinanderfolgende Tage angegeben sind (als Regentage galten alle Tage, an welchen überhaupt Niederschlag verzeichnet war). Die Abweichungen vom Mittel für die Regenmenge betrugen:

N.M.	1. Okt.	E.V.	2. Okt.	V.M.	3. Okt.	L.V.	4. Okt.
+ 0,03	− 0,05	+ 0,28	+ 1,65	− 1,49	+ 1,88	− 1,68	− 2,08

Diese Zahlen (vergl. Tabelle) weisen übereinstimmend im 3. Oktanten die grösste Regenmenge und grösste Regenwahrscheinlichkeit nach, im ersten Viertel im Widerspruch mit Schübler und Flaugergues die geringste Regenfrequenz.

Eine Prüfung dieser Zahlen nach der Methode der kleinsten Quadrate ergab, dass die Differenzen als rein zufällige zu betrachten seien, indem die erhaltene Wahrscheinlichkeit 1/2 besagt, dass gleich

viel Chancen für, wie gegen das Zustandekommen der obigen Werthe vorhanden sind.

Die bei Schübler gefundene Wahrscheinlichkeit ergab allerdings den Werth 9 : 1 zu Gunsten seiner Behauptung, was jedoch nach Streintz noch nicht als Beweis gelten kann. Nicht mit Unrecht wirft ihm Streintz vor, dass die benutzten Beobachtungen nicht einer Quelle entstammen und ferner, dass das Maass für die Annahme eines Regentages (nämlich $0{,}05^{mm}$) ein willkürlich gewähltes sei, wodurch es möglich wäre, eine etwas grössere Differenz zu erhalten. „Seine Resultate sagen übrigens nicht mehr aus, als: sind 9 verschiedene Beobachter, welche in gleicher Weise Beobachtungen anstellten wie Schübler, aber nach verschiedenen Aufzeichnungen, so wird einer von ihnen eine solche Differenz finden, wie sie Schübler gefunden hat".

Nach den Untersuchungen von Schiaparelli, welcher die 38jährige Beobachtungsreihe (1827—1864) von Siro Serafini in dem piemontesischen Städtchen Vigevano berechnete, ergeben sich zwei Maxima und zwei Minima, nämlich ein Hauptmaximum beim letzten Viertel und ein secundäres beim 2. Oktanten, ein Hauptminimum beim 1. Oktanten und ein secundäres beim Vollmond, und zwar verhalten sich die Extreme nahezu wie 6 : 5 [132]) (vergl. Tabelle VI, VII, VIII p. 153, 154 u. Curventafel p. 103).

Eine sorgfältige Untersuchung über den Einfluss des Mondes auf die Witterung machte Daniel Wierzbicki, indem er die Krakauer 45jährigen Beobachtungen (1826—1871) nach dieser Richtung bearbeitete [133]). Die Resultate für die neunzehnjährigen Perioden, sowie für den ganzen Zeitraum sind folgende:

	1826/70	1833/51	1852/70
Vom N.M. bis zum E.V.	1833	839	703
„ E.V. „ „ V.M.	1734	794	671
„ V.M. „ „ L.V.	1815	863	659
„ L.V. „ „ NM.	1864	870	706
während des zunehm. Mondes	3567	1633	1374
„ „ abnehm. „	3679	1733	1365.

Hiernach fällt sowohl in dem ganzen Zeitraume 1826/70, als auch in den einzelnen 19jährigen Perioden das Minimum der Regenhäufigkeit auf die Zeit zwischen dem ersten Viertel und dem Vollmond und das Minimum auf diejenige zwischen dem letzten Viertel und dem Neumond. Nur in dem Zeitabschnitte von 1852/70 ist

die Regenfrequenz vom Vollmonde bis zum letzten Viertel etwas geringer als in dem vorhergehenden Abschnitte. Dass Wierzbicki (S. 222) gerade das umgekehrte Resultat erhält, namentlich ein ausgesprochenes Maximum an Stelle des oben erwähnten Minimums (zwischen dem ersten Viertel und dem Vollmond) rührt von einem Rechnungsversehen her, indem Wierzbicki hier, abweichend von den übrigen Abschnitten, 8 Tage (statt 7) zählte.

Was die Niederschlagsmengen (seit 1852) betrifft, so fällt die grösste Regenmenge des ganzen 19 jährigen Cyclus zwischen das letzte Viertel und den Neumond, die geringste zwischen den Neumond und das erste Viertel, ein Resultat, welches mit den Niederschlagstagen theilweise übereinstimmt, jedoch nicht mit der Schüblerschen Hypothese, das bei zunehmendem Monde durch Wirkung auf die chemischen Processe auch die Niederschlagsmengen sich vergrössern. Die Niederschlagsmengen ergaben (1757/70) für erstes Viertel = 2654, Vollmond = 2524, letztes Viertel = 2761, Neumond = 2437.

Wierzbicki gelangt zu folgender Schlussbemerkung: „Indem ich den bisher durchgeführten Untersuchungen zufolge der Meinung bin, dass die vermuthlichen Einflüsse, die der Mond auf die Witterung unserer Atmosphäre ausüben soll, wenn nicht verschwindend, doch wenigstens so gering sind, dass sie, wenn sie ja bestehen, in den viel mächtigeren örtlichen und kosmischen Ursachen, die unsere Erdverhältnisse bestimmen, ganz und gar aufgehen und im gemeinen Leben so gut wie keine Beachtung verdienen, so halte ich auch weitere Untersuchungen über den Einfluss der Mondsknoten, seiner verschiedenen Breiten etc. für fruchtlos."

Die Untersuchungen von Lüdicke ergeben für die Mondphasen die unten in Tabelle VI aufgeführten Tage mit messbaren Niederschlägen in 60 Umläufen und ausserdem für das Perigäum = 139, Apogäum = 126 Niederschlagstage.

Everets berechnete, nach Monaten gesondert, 8 jährige Beobachtungen zu Calcutta und fand [134]), dass in den ersten 4 Monaten des Jahres das Maximum des Regens, 73%, in den 14 Tagen sich ereigne, die den Neumond in der Mitte haben, 62% von Mai bis Juni, 60% im Juli, in der anderen Jahreshälfte fällt das Maximum auf den Vollmond. Die Regenfrequenz ist in der Neumondshälfte von Januar bis April doppelt so gross, als in der anderen, im Juli sind beide Hälften gleich; von August bis December ist das Verhältniss 10 : 11, so dass der Vollmond die meisten Regen hat.

Die Regenmengen (Abweichungen vom Mittel) in Beziehung zu den Mondphasen für Batavia befinden sich unten in Tabelle VI: die geringsten Regenmengen fallen in die Zeit vor und nach Vollmond, die grössten zur Zeit des Vollmondes, der Unterschied der Extreme beträgt für das gesammte tägliche Mittel $1\frac{1}{2}^{mm}$.

Nicht unähnlich den Regenverhältnissen Batavias im synodischen Monate sind diejenigen von Niederländisch-Indien überhaupt [135]). Die untenstehende Tabelle enthält die Abweichungen von den Mittelwerthen für 165 Stationen, wobei über 1000^m Niederschlagshöhe zur Berechnung kamen. Es zeigen sich 2 Minima, ein grösseres zur Zeit des 2., ein kleineres zur Zeit des 3. Oktanten, welche beide durch ein Hauptmaximum beim Vollmond geschieden sind; ein zweites Maximum tritt zur Zeit des letzten Viertels und des 4. Oktanten ein.

Tabelle VI.

a) Einfluss der Mondphasen auf die Regenhäufigkeit (Regentage).

	Neumond.	1. Okt.	Erstes Viertel.	2. Okt.	Vollmond.	3. Okt.	Letztes Viertel.	4. Okt.	Mittel.
Viviers 1708/27	77	—	82	—	79	—	60	—	—
Augsburg 1818/28	93	—	92	97	96	—	76	—	—
Genua 1834/59	98	—	106	—	97	—	117	—	—
Greenwich 1842/67	385	369	351	380	356	416	369	393	—
Krakau 1826/71 } Regent. a. 1000 red.	495	455	464	459	480	470	471	455	—
Paris 1810/31	402	420	418	472	439	418	391	394	—
Karlsruhe 1810/21	463	458	460	499	464	456	426	458	—
Württemberg	423	434	446	469	463	460	371	394	—
Vigevano 1827/64	188	202	239	232	217	205	234	244	—
Orange	226	234	273	235	221	220	233	234	—
Gotha 1867/75	123	—	120	—	137	—	108	—	—

b) Einfluss der Mondphasen auf die Regenmengen.

	Neumond.	1. Okt.	Erstes Viertel.	2. Okt.	Vollmond.	3. Okt.	Letztes Viertel.	4. Okt.	Mittel. mm
Augsburg 1813/28	674	—	624	680	628	—	498	—	—
Genua 1834/59	192	—	219	—	187	—	273	—	—
Greenwich 1842/67	58,3	58,2	58,6	60,0	56,8	60,2	56,6	56,2	—
Batavia 1864/70	+ 525	+ 403	— 280	0	— 16	— 299	— 168	— 169	1315
" 1871/75	+ 323	— 108	+ 125	— 221	+ 2	+ 91	— 76	— 135	994
" 1876/80	— 260	+ 205	— 38	— 163	+ 123	— 138	— 16	+ 279	962
" 1864/80	+ 558	+ 500	— 193	— 384	+ 118	— 346	— 260	— 25	3271
" tägl. Fall	+ 0,94	+ 0,80	— 0,80	— 0,61	+ 0,19	— 0,55	— 0,41	— 0,04	5,19
N. Ind. 1879/82 165 St.	+ 1153	+ 114	— 7251	— 7659	+ 8044	— 3486	+ 4623	+ 4381	+1082090
" ausggl. 6132 Lun.	+ 1892	— 1986	— 4923	— 2289	— 1018	+ 3077	+ 1855	+ 3386	—

Tabelle VII.

a) Synodischer Monat.

	Regentage.								Regenmenge.	
	Paris.	Karlsruhe.	Strassburg.	Krakau. 1833/51.	Krakau. 1852/70.	Krakau. 1826/70.	Vigevano.	Vigevano. Regenwahr.	Paris.	Strassburg.
N.M. 1	133	169	126	140	85	274	88	217	1,59	1450
2	134	179	122	139	105	283	100	211	1,73	1410
3	118	172	130	112	97	249	104	210	1,26	1496
4	115	158	124	119	106	264	90	214	1,35	1663
5	122	176	126	104	96	240	106	212	1,33	1689
6	118	168	121	115	111	268	96	215	1,19	1278
7	103	172	133	110	103	255	94	228	1,04	1351
E.V. 8	132	168	123	129	98	257	111	227	1,52	1382
9	125	186	124	115	95	257	120	233	1,72	1261
10	132	181	154	110	97	243	105	238	1,43	1607
11	129	188	141	78	95	215	112	233	1,66	1537
12	142	173	145	120	95	254	105	229	1,57	1623
13	148	188	154	129	93	257	100	227	1,36	1593
14	122	189	130	127	94	252	111	222	1,43	1839
15	121	169	125	121	107	273	100	223	1,08	1317
V.M. 16	115	153	120	113	99	246	101	228	1,46	1350
17	119	180	108	122	61	246	107	226	1,18	1429
18	117	172	138	129	103	278	112	228	1,34	1650
19	119	161	121	129	91	267	106	233	1,11	1169
20	124	175	136	121	94	253	105	243	1,39	1387
21	122	159	126	117	99	261	113	242	1,54	1446
22	109	156	118	132	92	264	130	248	1,37	1339
L.V. 23	130	159	123	125	99	261	109	252	1,41	1452
24	107	163	123	130	107	282	121	252	1,04	1441
25	111	170	124	130	107	274	113	244	1,29	1187
26	115	165	119	125	96	259	115	242	1,26	1470
27	120	159	124	115	91	244	112	237	1,56	1070
28	100	153	121	115	104	267	105	226	1,01	1025
29	120	162	117	130	192	277	108	220	1,50	1273
30	113	—	—	(85)	(50)	(156)	—	—	1,44	—

b) Anomalistischer Monat.

	Regentage.					Regenmenge.		Regentage.					Regenmenge.
	Paris.	Krakau.	Krakau. % ausg.	Vigevano.	Vigevano. ausgeg. R. W.	Paris.		Paris.	Krakau.	Krakau. % ausg.	Vigevano.	Vigevano. ausgeg. R. W.	Paris.
Perig. 1	133	268	455	104	235	1,38	Apog. 15	133	284	500	96	255	1,32
2	123	248	454	120	234	1,62	16	121	312	489	113	228	1,23
3	123	292	463	120	236	1,26	17	121	316	498	119	234	1,10
4	132	296	463	121	238	1,39	18	137	264	495	135	240	1,30
5	113	276	474	121	232	1,34	19	121	308	491	123	241	1,28
6	113	268	478	110	236	1,28	20	138	276	482	109	241	1,27
7	126	280	488	107	234	1,42	21	125	300	493	117	236	1,25
8	138	304	499	128	229	1,42	22	131	288	493	119	226	1,62
9	131	328	507	117	235	1,22	23	132	296	487	121	224	1,50
10	102	308	511	109	238	1,08	24	124	308	487	99	227	1,41
11	123	292	510	124	237	1,41	25	149	260	474	102	225	1,69
12	132	292	494	116	233	1,36	26	126	300	464	124	219	1,20
13	119	300	486	125	228	1,41	27	129	248	444	115	228	1,54
14	142	280	493	108	224	1,42	28	148	—	—	—	—	1,65

Ueberblicken wir alle vorhin besprochenen Resultate, so ergiebt sich für den synodischen Monat im Allgemeinen ein ziemlich rasches Ansteigen der Regencurve im ersten Viertel oder 2. Oktanten nach dem Vollmond hin, und nach Erreichung des Hauptmaximums ein schnelles Fallen nach dem Hauptminimum im letzten Viertel oder 4. Oktanten. Für den anomalistischen Monat ist charakteristisch die grössere Regenwahrscheinlichkeit im Perigäum im Gegensatze zum Apogäum. Wenn auch das Dasein dieser Beziehungen wohl nicht mehr bestritten werden kann, so ist die Grösse derselben nach den vorliegenden Untersuchungen kaum annähernd festzustellen und scheint auch in den verschiedenen Himmelsstrichen, in welchen die Beobachtungen angestellt sind, verschieden zu sein, jedenfalls aber sind sie, wie die durch den Mond hervorgebrachten Barometerschwankungen, so gering, dass sie für die Praxis ausser Acht gelassen werden können.

Wollten wir die Anwendbarkeit der Methode der kleinsten Quadrate, wie sie Streintz benutzte, für diese Arten von Untersuchungen als gerechtfertigt gelten lassen, so kann immerhin die Uebereinstimmung vieler Untersuchungsresultate ein ganz bestimmtes Endergebniss liefern, wenn auch für jede einzelne Reihe die Methode der kleinsten Quadrate kein sicheres Resultat abgiebt.

d) Einfluss des Mondes auf die Bewölkung.

Der merkliche Einfluss des Mondphasen auf Helligkeit und Trübung unserer Atmosphäre wurde schon von Alters her geglaubt. In seiner Historia ventorum bemerkt Baco: „Plenilunia solent esse magis serena, quam ceterae lunae aetates, sed eadem hieme quandoque intensiora dant frigora“. Diese Behauptung beruht darauf, dass klare Winternächte besonders kalt sind und wir auf jene besonders durch den Vollmond aufmerksam gemacht werden [136]).

Nach Cotte „bringt das absteigende Aequinoctium schönes Wetter, das Apogäum Trübung, der Neumond Wolken“. Cotte erhielt aus den Beobachtungen von 1868—1879 folgendes Resultat (Anzahl der Tage):

	heiter	bed.	wolk.	nebl.		heiter	bed.	wolk.	nebl.
Neumond	39	31	31	9	Perigäum	22	42	25	10
Erstes Viertel	37	30	26	8	Apogäum	33	44	24	8
Vollmond	35	37	22	6	Südl. Lunist.	36	39	24	14
Letzt. Viertel	37	38	20	13	Nördl. „	40	37	23	9
					Aufst. Aeq.	37	40	26	11
					Abst. „	42	37	23	12

„Fallen die Lunationen", bemerkt Pilgram [137]), „in eine trübe Witterung, so ist niemals eine Wahrscheinlichkeit für eine heitere, sondern bei dem Neu- und Vollmonde, den Vierteln, dem Perigäum und den Knoten eine grosse Wahrscheinlichkeit für Fortdauer der trüben Witterung vorhanden."

		Es hielt	hielt die trübe Witterung an:	Sie änderte sich:
beim Neumond	aus	47 mal	26 mal	21 mal
„ Vollmond	„	55 „	33 „	22 „
bei den Vierteln	„	61 „	33 „	28 „
beim Perigäum	„	58 „	31 „	27 „
„ Apogäum	„	51 „	30 „	21 „
bei den Knoten	„	58 „	33 „	25 „
bei gr. nördl. Abw.	„	57 „	28 „	29 „
„ „ südl. „	„	52 „	25 „	27 „

„Fallen die Lunistitien in eine heitere Witterung, so ist im einzigen Apogäum mehr Wahrscheinlichkeit für eine Fortdauer derselben; in den Vierteln und Knoten ist das trübe und heitere Wetter fast gleich wahrscheinlich; übrigens ist immer die Veränderung der heiteren Witterung wahrscheinlicher."

		Heiteres Wetter	hielt an:	Es änderte sich:
beim Neumond	aus	53 mal	24 mal	29 mal
„ Vollmond	„	45 „	16 „	29 „
bei den Vierteln	„	39 „	19 „	20 „
beim Perigäum	„	42 „	13 „	29 „
„ Apogäum	„	39 „	23 „	16 „
bei den Knoten	„	42 „	22 „	20 „
bei gr. nördl. Abw.	„	37 „	14 „	23 „
„ „ „ „	„	48 „	21 „	27 „

Die Aenderungen in der Bewölkung, wie überhaupt der Witterung, sucht Pilgram in der Anziehungskraft bei den Lunationen begründet, so dass bei jenen Lunationen die Witterungsänderungen am grössten sind, wo die grössten Anziehungskräfte stattfinden. Da nun aber diese verschieden sind und nur mittelbar wirken, so giebt es viele Ausnahmen von der Regel.

Schübler berechnete für 5 Mondspunkte die heiteren und trüben Tage, indem er zu den heiteren (oder trüben) diejenigen rechnete, an welchen um 7^h a. m. 2 u. 9^h p. m. der Himmel als klar oder heiter (oder trübe) bezeichnet war, und zwar aus den 16jährigen Beobachtungen zu Augsburg:

	Neum.	E. V.	2. Okt.	V. M.	L. V.	Perig.	folg. T.	Apog.	folg. Tg.
heitere Tage	31	38	25	26	41	32	21	41	40
trübe Tage	61	57	65	61	53	83	85	75	72
trüb : heiter %	52	66	38	42	77	38	25	55	56

Hieraus ergiebt sich, dass die meisten vollkommen trüben Tage zur Zeit des zweiten Oktanten und dann zur Zeit des Vollmondes stattfinden, dagegen entfielen die meisten vollkommen heiteren auf die Zeit des letzten Viertels. Zur Zeit des Perigäums waren trübe Tage erheblich häufiger, als zur Zeit des Apogäums; am grössten war die Neigung zur Aufheiterung einige Tage nach dem Apogäum (1 Tag nachher = 40, 2 Tage nachher = 36, 3 Tage nachher = 45).

Die von Schübler gefundenen Werthe wurden durch die Berechnung der 30jährigen Eisenlohr'schen Beobachtungen von Karlsruhe durch Baumann bestätigt [188]), allein indem Eisenlohr auf die ungenaue Rechnungsmethode Baumanns hinwies, gab er von ihm selbst berechnete Mittelwerthe, welche zwar im Allgemeinen mit den Schübler'schen stimmen, jedoch ziemlich erhebliche Unregelmässigkeiten zeigen. In der folgenden Tabelle geben wir die Zahlen der Uebersichtlichkeit wegen in einer etwas einfacheren Form wieder.

	Neum.	1. Okt.	Erst. Vtl.	2. Okt.	Vollm.	3. Okt.	Letzt. Vtl.	4. Okt.
% helle Tage	31,7	29,4	31,1	29,6	28,7	30,8	33,4	34,6
% warme „	45,7	45,4	44,9	46,5	47,1	45,8	43,4	44,2
% trübe „	22,6	25,2	24,0	23,9	24,2	23,4	23,2	21,3

Die Zahlen Schübler's und Eisenlohr's stimmen darin überein, dass das Maximum der heiteren und das Minimum der trüben Tage auf den 4. Oktanten fallen, im übrigen zeigen die Zahlen wenig Einklang.

Eisenlohr berechnete für jeden Tag des synodischen Monats aus seinen 30jährigen Beobachtungen die Zahl der hellen, trüben und vermischten Tage [189]). Zu den hellen rechnete er die, an welchen der Himmel fast ganz wolkenfrei war, zu den trüben die, an

welchen der Himmel beinahe ganz bedeckt war. Wir geben in der Tabelle XI p. 164 (vergl. Curventafel p. 103) neben den Zahlen von Eisenlohr, in welchen dieser das Spiel des Zufalls zu erblicken geneigt ist, die durch Schübler ausgeglichenen, die allerdings einen sehr regelmässigen Gang darstellen [140]): die Maxima und Minima der Heiterkeit und ebenso diejenigen ihnen entsprechenden für die Trübung des Himmels treten regelmässig einige Tage später ein, als die barometrischen Maxima und Minima (nach Schübler).

Buys Ballot benutzte die in Utrecht in den Jahren 1851 und 1852 angestellten Beobachtungen, um die Einwirkung des Mondes auf die Bewölkung zu prüfen [141]). Aus 1016 Fällen, in welchen der Mond über dem Horizonte sich befand, ergab sich die mittlere Bewölkung (0 = wolkenlos und 10 = ganz bedeckt) 5,56, und aus 1058 Fällen, in welchen der Mond unter dem Horizonte verweilte, 5,51, so dass im ersteren Falle die Bewölkung nur um ein geringes (0,05) grösser war, als im letzteren. Das Jahr 1852 für sich allein gab im ersteren Falle 5,35 und im zweiten 5,37, also gerade das umgekehrte Resultat. Ferner erhielt er für die verschiedenen Stellungen des Mondes zum Horizonte noch folgende Werthe: nach Aufgang 5,70, höher über dem Horizont 5,45, eben vor Untergang 5,75, eben nach Untergang 5,69, einige Zeit nach Untergang 5,30, vor Aufgang 5,50, also lauter so unregelmässige und geringfügige Differenzen, dass diese jedenfalls vom Zufalle abhängen. Buys Ballot meint, dass selbst 100 Jahre nicht hinreichend sind, den Einfluss des Mondes auf die Bewölkung zweifellos darzustellen, indessen lasse sich soviel abnehmen, dass diese Einwirkungen durchaus unmerkbar sind. Nach Phasen geschieden ergiebt sich für die Bewölkung

wenn der Mond über dem Horizont bei	Neum.	5,5;	E. Vtl.	5,3;	Vollm.	5,0;	L. Vtl.	6,2
„ „ „ unter „ „ „	„	4,8;	„	6,0;	„	5,6;	„	5,5

Wenn es gestattet ist, hieraus einen Schluss zu ziehen, so ist die Bewölkung beim Neumond und letzten Viertel grösser, wenn der Mond unter dem Horizonte ist, beim ersten Viertel und Vollmond kleiner.

Kreil untersuchte den Einfluss des Mondes auf die Bewölkung nach der bereits oben angegebenen Methode. Es wurde der zur Beobachtungszeit wolkenfreie Theil des Himmels, wobei das vom Beobachtungsorte übersehbare Stück als Einheit angenommen wurde, abgeschätzt, so dass, wenn dieses wolkenfrei war, die Zahl 1,0 gesetzt wurde, dagegen 0,0, wenn der sichtbare Himmel ganz mit

Wolken bedeckt war. Aus diesen Beobachtungen berechnete Kreil direkt folgende Tabelle (einfache Mittel):

Stunde	Sommer	Winter	Jahr	Stunde	Sommer	Winter	Jahr
0	0,653	0,427	0,548	12	0,639	0,392	0,525
1	0,640	0,424	0,540	13	0,636	0,400	0,527
2	0,634	0,417	0,534	14	0,638	0,402	0,527
3	0,637	0,412	0,533	15	0,631	0,407	0,528
4	0,647	0,408	0,537	16	0,618	0,409	0,522
5	0,657	0,412	0,544	17	0,608	0,418	0,520
6	0,662	0,416	0,549	18	0,613	0,424	0,526
7	0,663	0,417	0,550	19	0,632	0,430	0,539
8	0,665	0,408	0,546	20	0,649	0,431	0,548
9	0,654	0,395	0,534	21	0,659	0,441	0,559
10	0,649	0,387	0,528	22	0,662	0,439	0,559
11	0,637	0,389	0,523	23	0,660	0,438	0,557

Aus dieser Zusammenstellung folgert nun Kreil, dass im Sommer die Heiterkeit beim Aufgange des Mondes ein Minimum und 2 Stunden vor seiner Culmination ein Maximum erreicht; das zweite Minimum erfolgt 2 Stunden nach der Culmination und das zweite Maximum 2 Stunden nach seinem Untergange. Im Winter währt die Heiterkeit von der unteren Culmination bis nahe zur oberen ohne Unterbrechung fort; es verschwindet daher das erste Maximum des Sommers. Mit der oberen Culmination fängt sie an abzunehmen; die Abnahme geschieht jedoch nicht ununterbrochen, denn es zeigt sich um 4^h Mondenzeit eine Spur von einem Minimum, dann ein kleines Maximum, worauf bei fortgesetzter Abnahme in der Nähe der unteren Culmination ein merkliches Minimum eintritt. Die Aenderung in den Jahresmitteln nähert sich mehr jener des Sommers. Sie zeigt ein Minimum zur Zeit des Aufganges des Mondes, und ein Maximum zwei Stunden vor seiner oberen Culmination; das zweite Minimum hat drei Stunden nach derselben, das zweite Maximum bald nach seinem Untergange statt.

Die Summe der Stundenmittel von 18^h bis 5^h, die der oberen Culmination zunächst liegen, ist um 0,145 grösser, als die Summe der Stundenmittel von 6^h bis 17^h, die der unteren Culmination am nächsten liegen; hiernach scheint die Heiterkeit im Allgemeinen grösser zu sein, wenn sich der Mond über dem Horizonte befindet.

Vergleichen wir hiermit die Luftdruckverhältnisse, so zeigt sich eine auffallende Aehnlichkeit, nämlich, „dass dem höchsten

Luftdrucke die grösste Heiterkeit und dem tiefsten Barometerstand der geringste Grad von Heiterkeit entspricht. Der einzige Unterschied zwischen beiden Klassen von Aenderungen ist, dass beim Luftdrucke die Wendestunden etwas weiter entfernt sind, indem die vormittägigen um 1 oder 2 Stunden früher, die nachmittägigen um ebenso viel später eintreten, als bei der Heiterkeit."

Umfangreiche und eingehende Untersuchungen über den Einfluss des Mondes auf Bewölkungsverhältnisse stellte Schiaparelli in seinem Klima von Vigevano an, wozu er die 38jährigen Beobachtungen (1827—1864) benutzte. Diese bieten so vieles Interesse, dass wir auf dieselben etwas näher eingehen müssen[142]).

Zunächst untersucht Schiaparelli die von Toaldo behauptete 18jährige Periode der Witterungserscheinungen in Bezug auf die Heiterkeitsverhältnisse und findet in dem Zeitraum von 1826 bis 1864 105 günstige, dagegen 120 ungünstige Fälle. Nach derselben Richtung hin untersuchte er verschiedene Cyclen von 4 bis 9 Jahren und erhielt folgende Zahlen:

Cyclus (Jahre)	günst. Fälle	ung. Fälle	Cyclus (Jahre)	günst. Fälle	ung. Fälle
4	181	202	12	144	149
5	182	187	13	118	165
6	174	182	14	142	129
7	171	175	15	122	138
8	148	186	16	131	117
9	167	157	17	122	117
10	154	157	18	105	102
11	147	155	19	107	106

Hiernach ist eine periodische Wiederkehr der Heiterkeitsverhältnisse in den obigen Cyclen nicht nachweisbar. Die Wahrscheinlichkeiten schwanken zwischen 0,796 (8 J.) und 1,20 (16 J.).

Die Mittelwerthe für die Heiterkeit (vergl. Tabelle IX p. 164 und Curventafel p. 103) ergeben ein Hauptmaximum am 6. u. 7. Tage des Mondmonates und ein Hauptminimum am 22., so dass sich diese betreffenden Zahlen nahezu wie 7 : 6 verhalten. Schiaparelli zerlegt die ganze Beobachtungsreihe in die zwei Parthien 1827 bis 1845 und 1846—1864. Die Zahlen dieser beiden Gruppen zeigen einen ziemlich übereinstimmenden Gang, nur geben die ersteren ein ziemlich erhebliches (secundäres) Maximum zur Zeit des Vollmondes, welches in der zweiten Zahlenreihe kaum zu erkennen ist. Die Heiterkeitscurve ist derjenigen für Krakau nicht un-

ähnlich, steht aber mit der Schübler'schen vielfach in Widerspruch.

Was die Veränderlichkeit der Witterung in Bezug auf die Heiterkeitsverhältnisse (Häufigkeit der Aenderung von einem Tag zum andern) betrifft (vergl. Tabelle IX p. 164), so ist diese um die Zeit des ersten Viertels am geringsten, am grössten zwischen Vollmond und dem letzten Viertel; die Extreme fallen also mit dem Maximum resp. dem Minimum der Heiterkeit nahezu zusammen.

Ferner sucht Schiaparelli zu beweisen, dass die Aufeinanderfolge der heiteren und trüben Tage durch das Fortwirken gewisser Ursachen bestimmt wird. Die Besprechung einer Regel, wonach der 4. oder 5. Mondstag oder die 100. Stunde des Mondes als für die folgende Witterung entscheidend angesehen werden kann, führt zu dem Resultate, dass thatsächlich die Mondsperioden, deren 4. Tag heiter war, durchschnittlich eine grössere Heiterkeit aufweisen; allein Schiaparelli weist nach, dass diese Thatsache in dem Umstande begründet liegt, dass die die Heiterkeit am 4. oder 5. Tage bewirkende Ursache noch auf die folgenden Tage nachwirke, und dass man ein weniger entschiedenes Resultat erhalte, wenn man die ersten 10 Tage nicht mit in Rechnung zöge.

Die Vertheilung der 2118 beobachteten Nebeltage ist in Tabelle IX p. 164 angegeben (nicht ausgeglichen). Diese Zahlen zeigen keinen regelmässigen Fortgang und berechtigen zu keiner irgendwie sicheren Schlussfolgerung.

In der Tabelle VIII p. 163 (vgl. Curventafel p. 103) sind für Krakau 2 Beobachtungsreihen und deren Mittel für den synodischen Monat wiedergegeben und zwar sowohl die Resultate der direkten Rechnung, als auch die ausgeglichenen und auf 1000 reducirten Werthe. Als heitere Tage wurden diejenigen gerechnet, an welchen keine Unterbrechung des heiteren Himmels in den Beobachtungsjournalen erwähnt wird, als trübe diejenigen, an welchen der Himmel den ganzen Tag hindurch bewölkt war. Während die 19jährige Reihe von 1852—1870 eine Periodicität nicht erkennen lässt, zeigt sich bei der zweiten Reihe (1833—1851) ein bestimmter Gang, so dass die Heiterkeit vom Monatsanfang bis zum ersten Viertel wächst, hier ein Maximum erreicht, dann bis zum 20. Tage (5 Tage nach Vollmond) abnimmt, wo das erste Minimum eintritt; ein zweites Maximum erreicht die Helligkeit am 26., und bald darauf am Neumonde ein zweites Minimum.

Dieses Resultat stimmt mit demjenigen von Schiaparelli, lässt sich aber sehr schwer mit dem Schübler'schen vereinigen.

Die Bewölkungsverhältnisse für Krakau während des anomalistischen Monats ergeben folgende Zusammenstellung:

			ausgegl.					ausgegl.	
Apog.	heit. T.	trübe T.	heit. T.	trübe T.	Perig.	heit. T.	trübe T.	heit. T.	trübe T.
1	132	306	207	530	15	129	330	215	541
2	129	300	211	535	16	137	304	220	533
3	116	316	225	515	17	120	328	221	534
4	148	306	220	524	18	141	297	222	534
5	146	300	220	529	19	133	325	223	530
6	122	325	226	520	20	135	327	224	528
7	129	288	217	520	21	139	293	219	534
8	133	318	210	525	22	124	319	215	534
9	119	310	212	523	23	126	316	215	527
10	125	314	209	521	24	123	321	214	537
11	128	320	205	535	25	134	308	208	540
12	122	310	210	535	26	133	326	211	535
13	124	316	212	541	27	105	330	214	527
14	132	321	215	535					

Diese Tabelle ergiebt kein entschiedenes Resultat, indem dem Gange der Zahlen durchaus keine Gesetzmässigkeit entspricht.

Lüdicke erhielt aus einer Reihe von 60 Mondumläufen folgende 5tägige Mittel:

Neumond			Erstes Viertel			Vollmond		
Bewölk.	heit. T.	trübe T.	Bewölk.	heit. T.	trübe T.	Bewölk.	heit. T.	trübe T.
60,1 %	105	195	59,8 %	105	195	67,3 %	82	228

Letztes Viertel			Perigäum			Apogäum		
Bewölk.	heit. T.	trübe T.	Bewölk.	heit. T.	trübe T.	Bewölk.	heit. T.	trübe T.
57,3 %	115	185	62,9 %	90	240	60,8 %	115	215

Hiernach fällt die meiste Trübung auf den Vollmond, die geringste auf das letzte Viertel; im Perigäum ist die Bewölkung grösser als im Apogäum.

Hiermit stimmen nicht die Resultate, welche schon vorher Garthe aus 6jährigen Kölner Beobachtungen für die mittleren Bewölkungsgrade erhielt: Neumond 5,52, Erstes Viertel 5,18, Vollmond 5,12, Letztes Viertel 5,23.

Aus den Beobachtungen in Southport (1871—1878) fand J. Baxendell für die Bewölkung im Winter [143]):

Vollm. 9^h a. m. 7,38 1^h p. m. 7,10 9^h p. m. 6,84
Neum. 7,63   7,14   5,91

Hiernach scheint sich also am Abend ein bedeutender Mondseinfluss geltend zu machen, insbesondere beim Neumonde, wo der Unterschied gegen Morgen 1,72 ist.

Die oben erwähnten Behauptungen Overzier's in der neuesten Zeit, dass dem Mond eine löcherbildende Kraft in Folge der atmosphärischen Gezeiten innewohne, worauf jener Wetterprognosen mit „in die Augen springendem Erfolge“ gründet, brauchen wir hier weiter wohl nicht zu besprechen, da sie der wissenschaftlichen Grundlage vollständig entbehren, wie denn auch Overzier versichert, sein Geheimniss erst dann aufdecken zu wollen, wenn die Erfolge seiner Prognosen allgemein anerkannt worden wären — und dieses dürfte noch lange auf sich warten lassen.

Tabelle VIII. **Heiterkeitsverhältnisse zu Krakau.**

		1833—1851				1852—1870				1826—1870			
		beobachtet		ausg. a. 1000		beobachtet		ausg. a. 1000		beobachtet		ausg. a. 1000	
		heiter	trüb	heiter	trüb	heiter	trüb	heiter	trüb	heiter	trüb	heiter	trüb
Neumond	1	47	134	185	573	51	104	218	491	100	286	199	538
	2	38	130	198	563	55	126	230	482	111	305	209	532
	3	49	124	214	580	49	113	231	475	119	288	219	513
	4	53	116	220	531	64	101	225	489	138	269	221	518
	5	63	118	226	526	52	110	216	481	132	273	219	513
	6	55	133	231	525	43	121	223	477	113	304	224	508
	7	45	125	236	531	45	115	223	478	106	289	225	510
Erst. Vtl.	8	54	124	239	532	57	109	219	493	132	275	223	519
	9	59	122	238	521	64	104	226	494	140	275	225	513
	10	67	118	232	522	48	127	232	502	127	297	227	517
	11	54	120	227	528	51	122	228	511	120	287	226	524
	12	41	132	214	536	52	125	219	512	112	300	220	528
	13	48	133	206	547	52	120	221	514	127	297	219	533
	14	47	130	204	567	54	112	219	511	125	285	219	537
Vollmond	15	54	131	211	571	50	129	226	496	123	310	234	538
	16	52	134	206	580	49	118	227	494	120	300	217	543
	17	46	140	198	590	60	108	222	502	126	301	208	554
	18	42	143	189	590	53	121	220	509	110	310	203	549
	19	41	139	182	588	48	122	229	507	100	315	203	552
	20	43	131	180	582	48	114	220	520	108	298	198	555
	21	44	132	182	571	59	116	223	514	119	298	201	552
	22	44	133	189	556	50	134	220	507	111	322	206	540
Letzt. Vtl.	23	44	130	192	551	56	115	222	508	120	298	211	535
	24	47	123	196	548	45	113	222	494	114	284	213	527
	25	46	126	200	534	50	116	224	480	122	282	216	512
	26	48	129	205	530	59	100	225	486	125	276	219	510
	27	49	117	202	523	52	118	229	487	118	282	218	511
	28	50	125	196	559	58	121	230	488	130	289	211	527
	29	44	126	196	562	49	115	223	491	111	187	205	531
		(20)	(80)	186	574	(26)	(60)	225	499	(53)	(171)	203	539

Tabelle IX.

Heiterkeitsverhältnisse zu Karlsruhe und Vigevano.

	Karlsruhe 1801—31				Vigevano						Veränderlichkeit.		Nebeltage.
			ausgegl.		1827—45			1846—64					
	heiter	trüb	heiter	trüb	heiter	trüb	5 täg. Mittel ht. 1000.	heiter	trüb	5 täg. Mittel ht. 1000.		ausgegl.	nicht ausgeglich.
N.M. 1	107	69	105	77	87	62	382	78	65	365	247	256	78
2	109	70	104	79	93	54	399	77	61	347	251	255	76
3	107	82	102	81	93	67	398	89	51	350	250	254	61
4	105	84	101	83	102	52	405	82	58	363	245	253	73
5	87	88	100	86	83	55	410	83	59	372	262	250	69
6	97	87	101	83	94	59	412	92	50	379	239	251	73
7	111	81	102	80	98	58	397	87	57	390	236	250	74
E. V. 8	102	81	104	77	95	62	395	97	55	393	256	245	70
9	106	68	104	75	86	59	380	95	54	387	245	250	65
10	101	76	103	75	82	63	361	87	54	375	239	253	72
11	102	76	102	77	78	75	353	86	64	361	268	253	66
12	109	70	100	79	77	61	358	74	61	350	249	257	77
13	93	81	100	82	86	63	367	81	67	344	260	258	73
14	94	91	99	82	92	62	384	82	62	335	266	255	63
15	106	95	100	81	92	48	393	80	52	342	243	258	70
V.M. 16	100	68	101	80	98	66	395	75	60	341	253	258	77
17	95	71	102	78	88	66	384	82	58	337	265	261	71
18	105	88	104	78	88	62	381	80	71	338	260	268	73
19	111	73	107	78	79	75	371	77	65	333	277	268	76
20	104	81	110	77	89	63	358	82	67	327	280	269	78
21	109	87	112	76	86	62	358	69	70	321	253	268	71
22	120	65	114	74	72	70	363	75	78	319	269	265	80
L. V. 23	116	69	114	73	88	69	358	73	66	319	258	257	73
24	113	76	115	72	85	72	362	74	67	336	261	256	74
25	112	73	115	71	83	60	382	83	62	343	242	251	73
26	120	75	115	70	91	71	378	89	63	368	249	250	59
27	113	65	114	70	95	62	378	84	61	374	246	252	69
28	122	64	111	72	84	62	381	103	59	370	254	253	63
29	113	68	108	74	85	57	384	80	62	360	270	254	81
30	93	96	106	76	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Fassen wir die Resultate aller Untersuchungen über den Einfluss des Mondes auf die Bewölkungsverhältnisse unserer Atmosphäre kurz zusammen, so erscheint das Endergebniss zweifelhaft, die einzelnen Resultate zeigen so viele Abweichungen, ja Widersprüche, dass wir uns unmöglich ein Urtheil zu bilden vermögen, welches mit einiger Wahrscheinlichkeit als das richtige angesehen werden kann. Es ist also hiernach der Einfluss des Mondes auf die Bewölkung entweder nicht vorhanden, oder doch so schwach, dass er aus den oben bezeichneten langjährigen Beobachtungsreihen nicht nachgewiesen werden kann.

e) Einfluss des Mondes auf die Gewitter.

Für die Gewitterfrequenz fand Cotte aus 12jährigen Beobachtungen folgende Verhältnisszahlen, wonach beim Neumond und dem ersten Viertel (bei wachsendem Monde) die meisten Gewitter stattfinden.

Neumond	7	Nördl. Lunist.	6
Erstes Viertel	8	Südl. „	4
Vollmond	0	Perigäum	6
Letztes Viertel	2	Apogäum	6

In den 30 Jahren von 1801—31 beobachtete Eisenlohr 746 Gewitter (wozu auch Wetterleuchten gerechnet wurde), welche sich im synodischen Monat folgenderweise vertheilten (die erstere Zahl giebt die beobachteten Fälle für den nebenstehenden Tag, die zweite das Mittel dreier auf einander folgender Tage):

N.M.	1	26	22,6	E.V.	8	23	24,0	V.M.	15	18	24,7	L.V.	22	21	22,3
	2	27	29,0		9	25	25,7		16	26	22,3		23	22	25,7
	3	34	28,6		10	29	27,3		17	23	22,7		24	34	28,3
	4	25	28,3		11	28	27,0		18	18	22,0		25	29	30,7
	5	26	25,7		12	24	27,6		19	24	22,3		26	29	25,7
	6	26	25,3		13	31	28,3		20	24	24,0		27	19	24,0
	7	24	24,3		14	30	26,3		21	24	23,0		28	24	22,3
													29	24	24,7

Hiernach würde die grössere Anzahl der Gewitter zur Zeit des ersten Viertels und des 2. Oktanten mit der grossen Regenhäufigkeit zu dieser Zeit allerdings zusammenfallen, allein das Hauptmaximum zwischen dem letzten Viertel und dem 4. Oktanten findet in der Regencurve kein Analogon. Eisenlohr bemerkt übrigens zu seinen Untersuchungen: „Meine aus einer 30 Jahre lang ununterbrochen fortlaufenden Beobachtungsreihe gefundenen Resultate scheinen mir mehr Vertrauen zu verdienen, als die von Schübler mitgetheilten, obgleich sie, im Widerspruche mit den Ansichten mancher Naturforscher, es wahrscheinlich machen, dass der Einfluss des Mondes auf die Zahl der Niederschläge und der elektrischen Meteore, sowie auf die Veränderungen der Wolkendecke, wenn nicht ganz ungegründet, doch wenigstens sehr problematisch ist."

Schiaparelli spricht sich in seinem „Clima von Vigevano" entschieden für den Zusammenhang der Mondphasen mit der Gewitterhäufigkeit aus: ein Minimum der Gewitter tritt auf am 5. und 6., ein Maximum am 24. und 25. Tage des synodischen Umlaufs, so dass sich die Häufigkeitszahlen verhalten wie nahezu 2 : 3. Diese

Behauptung steht mit den Zahlen für Karlsruhe ziemlich gut im Einklange, nur dass bei Karlsruhe das Minimum auf den 8. fällt.

Wir theilen nachstehend die direkt beobachteten und auf fünf Tage ausgeglichenen Zahlen Schiaparelli's mit:

		beob.	ausgegl.			beob.	ausgegl.			beob.	ausgegl.
N.M.	1	18	119		11	32	129		21	27	136
	2	21	115		12	26	128		22	26	134
	3	27	108		13	21	133	L.V.	23	27	149
	4	17	106		14	28	130		24	31	153
	5	25	101	V.M.	15	26	133		25	38	153
	6	16	101		16	29	134		26	31	147
	7	16	113		17	29	139		27	26	148
E.V.	8	27	109		18	22	136		28	21	128
	9	29	125		19	23	134		29	32	118
	10	21	135		20	23	131				

Clos hält das Zusammentreffen der Syzygien und Quadraturen mit den Mondäquinoctien für eine der Gewitterbildung günstigere Zeit.

Aus der oben angegebenen Beobachtungsreihe erhielt Lüdicke folgendes Resultat für die Gewitterhäufigkeit:

Neum.	Erst. Viert.	Vollm.	Letzt. Viert.	Perig.	Apog.
14	15	5	6	15	10

Hiernach wäre beim wachsenden Monde die Gewitterfrequenz erheblich grösser, als beim abnehmenden, im Verhältniss von nahezu 5 : 2. Diese Zahlen stehen im Widerspruch mit denjenigen für Karlsruhe und Vigevano, dagegen in Uebereinstimmung mit jenen von Cotte.

In der Meteorolog. Zeitschrift, 1885 Januar, veröffentlicht Richter aus Ebersdorf eine Zusammenstellung der Gewitterhäufigkeit für die Grafschaft Glatz (1877—83) und 7—18 deutsche Stationen (1879—83) nach den einzelnen Mondstunden:

	Stunden nach der unteren Culmination						nach der oberen Culmination					
	0—2	2—4	4—6	6—8	8—10	10—12	0—2	2—4	4—6	6—8	8—10	10—12
Glatz	27,1	28,5	26,5	24,4	28,6	39,0	53,8	46,9	33,6	31,4	26,4	22,3
Deutschl.	11,5	11,5	12,4	14,9	15,1	17,7	18,2	15,9	15,8	14,7	12,1	13,0

Aus allen Jahrgängen zeigt sich eine grössere Gewitterhäufigkeit bei oder nach der oberen Culmination und zwar von erheblichem Betrage. In wie weit dieses Resultat durch die angewandte Methode beeinflusst wurde, zeigt Köppen in einer interessanten Mittheilung an derselben Stelle. Nach der Sonnenzeit der ihnen vorhergehenden oberen Culmination des Mondes gruppirten sich die Gewitter für 1883:

11a—1p	2—4p	5—7p	8—10p	11p—1a	2—4a	5—7a	8—10a
Neum.	1. Okt.	Erst. Vtl.	2. Okt.	Vollm.	3. Okt.	Letzt. V.	4. Okt.
23	41	27	18	12	12	16	10

wonach die Gewitter 4mal häufiger zur Zeit des 1. Oktanten auftraten, als zur Zeit des letzten, wodurch im Endresultat der Einfluss der täglichen (solaren) Periode des ersteren überwiegen musste.

Ferner fand Köppen unter Benutzung von 7—16 deutschen Stationen für den 5jährigen Zeitraum von 1879—83, dass das Maximum der Gewitterhäufigkeit in 4 Fällen auf das erste Viertel und ebenso in 4 Fällen deren Minimum auf den Neumond fiel. Die mittlere Gewitterzahl stellte sich für jede Station (jede Phase zu 7 Tagen gerechnet):

	1879	1880	1881	1882	1883	Mittel
Neumond	4,0	5,3	4,9	5,1	7,1	5,3
Erst. Viert.	**6,5**	**6,3**	**5,1**	**6,1**	**7,6**	**6,3**
Vollmond	3,9	4,3	2,9	5,6	3,1	4,0
Letzt. Viert.	4,8	5,5	**5,4**	4,2	4,0	4,8.

Im Durchschnitt stieg also die Gewitterhäufigkeit vom Neumond bis zum ersten Viertel langsam auf mehr als das Anderthalbfache des Anfangsbetrages, um dann rasch auf diesen herabzusinken.

Theilt man den Sonnentag in 4 sechsstündige Abschnitte, so ergeben sich:

	5—10a	11a—4p	5—10p	10p—5a
Neumond	19	124	145	47
Erstes Viertel	20	142	155	69
Vollmond	21	103	107	39
Letztes Viertel	32	122	126	41

Hiernach wiederholt sich an allen Abschnitten des Sonnentages, bis auf den ersten, dieselbe Vertheilung der Gewitter nach den Phasen, wie sie das Mittel aufweist, während diese Vertheilung nur dem 3. Abschnitte entsprechen sollte, wenn wirklich mit der Culmination des Mondes die Gewitter stattfänden.

Indem Köppen die den einzelnen Phasen entsprechenden Werthe durch Verschiebung um je 6 Stunden über einander lagert, erhält er eine Reihe, die theilweise den Gang der Richter'schen Zahlen erkennen lässt.

Hiernach liegt die Ursache des von Richter gefundenen periodischen Ganges der Gewitterzahlen nicht sowohl in den Mondstunden, sondern in den Mondphasen in dem Sinne der Resultate von Lüdicke und Cotte. Köppen bemerkt zum Schlusse: „Die

ziemlich weit gehende Uebereinstimmung der benutzten 5 Jahrgänge macht die Realität eines Einflusses des Mondes auf die Gewitter immerhin recht wahrscheinlich und lässt eine weitere Untersuchung der Frage als sehr dankbare Arbeit erscheinen [144]).“ —

Aus diesen wenigen Untersuchungen, welche dazu noch keine übereinstimmenden Resultate liefern, lässt sich ebenso wie bei der Bewölkung auf eine Beziehung des Mondes zur Gewitterhäufigkeit nicht sicher schliessen; indessen sind hier weitere Untersuchungen durchaus nicht aussichtslos.

---

f) Der Einfluss des Mondes auf den Wind.

Nach Toaldo fangen die Winde in der Regel an (oder hören auf) beim Auf- oder Untergang des Mondes und bei seinen Culminationen, oder bei Eintritt der Ebbe und Fluth; ungestümes Wetter kommt von derjenigen Seite des Horizontes, wo sich die Sonne befindet.

Lamarck will einen entschiedenen Zusammenhang zwischen der Declination des Mondes und den Windverhältnissen gefunden haben [145]): nach seinen Erfahrungen herrschten, während der Mond vom nördlichen Lunistitium nach dem südlichen sich bewegte, fast beständig Nordwinde mit schönem Wetter und hohem Barometerstande, bei umgekehrter Bewegung des Mondes Südwind bei regnerischer Witterung und niedrigem Luftdrucke, zuweilen mit Gewittern und zwar galt dieses um so mehr, je näher sich der Mond in seinen Wendepunkten befand, in den Syzygien, im Apogäum und insbesondere im Perigäum. Diese Wirkungen sind nicht so ausgesprochen, wenn sich der Mond dem Aequator nähert; auch die Zeit der Aequinoctien verdeckt diese Regelmässigkeit.

Diese Bemerkungen Lamarck's untersuchte Cotte [146]) auf Grundlage seiner Beobachtungen von 1771—82 und fand folgende Beziehungen des Mondes für die vorherrschenden Winde:

1) Bewegung des Mondes vom nördl. Lunistitium nach dem südl.:

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
71	71	42	13	43	81	55	55

2) Bewegung des Mondes vom südl. Lunistitium nach dem nördl.:

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
67	66	38	16	55	92	49	56

Diese Tabelle scheint die Ansicht von Lamarck zu bestätigen.

Aus den 16jährigen Beobachtungen in Augsburg addirte Schübler die an den Tagen der 4 Hauptphasen des Mondes und des 2. Oktanten um 2^h p. m. beobachteten Windrichtungen und stellte die Resultate in folgender Tabelle zusammen [147]:

Am Tage des	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Neumondes	6,5	18,5	44,5	13,0	17,0	28,0	45,0	28,5
Erst. Viert.	8,0	12,5	40,0	17,0	17,5	24,5	55,0	24,5
2. Oktanten	7,0	16,0	33,0	18,0	12,5	23,0	62,5	22,0
Vollmond	11,5	15,5	35,5	16,5	12,5	25,0	59,0	23,5
Letzt. Viert.	12,0	29,5	41,5	10,5	13,5	35,0	38,5	18,5

Hiernach berechnete er folgende Tabelle:

Am Tage des	Verhältniss der nördl. zu der südl. Windrichtung.	Verhältniss d. östl. zu der westl. Windrichtung.	Mittlere Windrichtung.
Neumonds . . .	100 : 108,4	100 : 120,4	SSW
Ersten Viertels .	100 : 108,8	100 : 149,4	SW z. W
2. Oktanten . . .	100 : 118,8	100 : 160,4	W z. S
Vollmonds . . .	100 : 106,9	100 : 159,2	nahe W
Letzten Viertels .	100 : 98,3	100 : 112,8	W

Die südlichen und westlichen Winde nahmen bis zum 2. Oktanten zu, wo sie am häufigsten wehten, wurden dagegen zur Zeit des letzten Viertels am seltensten, wo umgekehrt nördliche und östliche Winde am häufigsten auftraten. Die Anwendung der Lambert'schen Formel, ihre Zulässigkeit vorausgesetzt, ergab im Allgemeinen während des synodischen Monats eine Drehung des Windes vom südlichen Horizonte nach dem westlichen.

Für den anomalistischen Monat erhielt Schübler folgendes Resultat:

An den Tagen	Verhältniss der nördlichen zu den südlichen Winden.	Verhältniss der östlichen zu den westlich. Winden.	Mittlere Winde.
des Perigäums . .	100 : 138,0	100 : 142,3	WSW
1 Tag nachher .	100 : 93,8	100 : 160,5	W
des Apogäums . .	100 : 138,0	100 : 147,4	SW z. W
1 Tag nachher .	100 : 104,7	100 : 123,0	W z. S
2 Tage „ .	100 : 100,0	100 : 119,4	W z. N
3 „ „ .	100 : 88,0	100 : 107,3	NW z. W

Eisenlohr berechnete die Windbeobachtungen der 12jährigen Reihe für Karlsruhe (1808—19) in Bezug auf den synodischen Monat. Wir geben die Resultate in nachstehender Tabelle wieder, in welcher die Häufigkeitszahlen auf 10000 reducirt sind [148]:

	Häufigkeit der Windrichtung.									
	N	NE	E	SE	E	SW	W	NW	N, NE, E	S, SW, W
Neumond . .	1204	2976	250	30	507	4258	614	161	4430	5079
1. Oktant . .	1446	3074	466	37	314	4307	715	240	4387	5336
Erstes Viertel .	1314	2652	281	48	448	4450	597	209	4247	5496
2. Oktant . .	942	2590	223	87	477	4963	539	180	3755	5979
Vollmond . .	1083	2363	286	60	530	4851	667	161	3714	6048
3. Oktant . .	1051	2585	186	49	322	4867	711	260	3822	5900
Letztes Viertel	944	3446	171	41	277	4360	631	130	4560	5268
4. Oktant . .	1222	3355	253	31	309	4062	623	148	4827	4994

Nach dieser Tabelle sind die nördlichen bis östlichen Winde am häufigsten um die Zeit des 4. Oktanten, dagegen am seltensten zur Zeit des Vollmondes, bei den südlichen bis westlichen verhält sich die Sache umgekehrt. Dieses Resultat ist mit demjenigen Schübler's nicht im Widerspruch.

Eugen Bouvard berechnete 29jährige Beobachtungen und fand grössere Unterschiede der östlichen Winde bei Vollmond (81) und beim Neumonde (122) und der nordöstlichen Winde beim 2. Oktanten (301) und 4. Oktanten (398), der südwestlichen dagegen beim 2. Oktanten (689) und beim 4. Oktanten (545)[149]).

Aus den 5jährigen Beobachtungen zu Berlin (1831—35) erhielt A. H. Emsmann[150]) für die Häufigkeit der Windrichtungen folgende Tabelle, wobei zu dem Tage der Phase auch der vorhergehende und nachfolgende Tag gerechnet wurde.

	Häufigkeit der Windrichtung.									
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	N, NE, E	S, SW, W
Neumond . .	7,9	8,5	10,1	11,4	8,8	16,5	25,6	11,6	26,5	50,9
1. Oktant . .	4,9	3,3	8,4	14,4	9,4	21,6	23,3	14,8	16,6	54,2
Erstes Viertel .	5,3	7,4	8,2	13,4	7,4	22,3	25,6	10,4	20,9	55,3
2. Oktant . .	7,4	5,1	7,7	11,8	8,9	16,3	28,1	14,7	20,2	53,3
Vollmond . .	6,3	7,5	7,0	12,1	12,2	18,8	23,5	12,6	20,8	54,5
3. Oktant . .	6,9	10,4	9,9	7,4	6,3	17,5	26,3	15,2	27,2	52.1
Letztes Viertel	8,2	7,8	8,5	11,5	7,4	14,9	22,8	18,9	24,5	45,1
4. Oktant . .	7,4	8,1	8,7	12,9	6,1	16,3	27,1	13,4	24,2	49,5

Diese Werthe sind mit den Eisenlohr'schen nahezu übereinstimmend: das Maximum der nördlichen bis östlichen Winde fällt auf den 3. Oktanten, das Minimum auf den 1., das Maximum der südlichen bis westlichen auf das erste Viertel, das Minimum auf das letzte Viertel. Emsmann findet den Einfluss des Mondes auf die Windverhältnisse unzweifelhaft.

Im Widerspruch mit Eisenlohr, Bouvard und Emsmann stehen die Mittelwerthe, welche Baxendell aus 7jährigen Beobachtungen in Southport erhielt.

Die Wintermonate ergaben:

	Nördl. Winde.	Südl. Winde.	Verhältniss S : N.	
	1^h p. m.	1^h p. m.	1^h p. m.	9^h p. m.
Neumond	44	166	3,77	3,76
Erstes Viertel	66	144	2,18	2,12
Vollmond	87	123	1,41	1,30
Letztes Viertel	71	136	1,91	1,70
Für den Sommer 1^h p. m.:				
Neumond	89	123	1,38	—
Vollmond	84	131	1,56	—

Man sieht, dass im Winter und Sommer die Verhältnisse gerade umgekehrt liegen.

Streintz benutzte die in Greenwich durch das Osler'sche Anemometer erhaltenen Aufzeichnungen der Windrichtung und Windstärke zur Berechnung der Südwest- und Nordostwinde nach Mondphasen für den Zeitraum von 1848—67. Die Abweichungen vom Mittel waren folgende (Einheit = Druck von einem engl. Pfund auf einen engl. Quadratfuss und 3tägige Mittel):

	Neum.	1. Okt.	Erst. Vtl.	2. Okt.	Vollm.	3. Okt.	Letzt. Vtl.	4. Okt.
NE-Winde	+ 0,015	— 0,036	+ 0,026	+ 0,004	— 0,037	+ 0,011	+ 0,017	— 0,001
SW-Winde	— 0,004	+ 0,006	— 0,010	— 0,008	+ 0,007	— 0,004	+ 0,009	— 0,008

Die Stärke der nordöstlichen Winde ist hiernach am grössten beim ersten Viertel, am kleinsten bei Vollmond, die der südwestlichen Winde am grössten beim letzten Viertel, am kleinsten beim ersten. Die Kritik der Resultate durch die Methode der kleinsten Quadrate ergiebt auch hier, dass die obigen Mittel als rein zufällige betrachtet werden können.

In dem von dem russischen Centralobservatorium ausgegebenen Repertorium für Meteorologie erschienen in neuester Zeit zwei beachtenswerthe Arbeiten über diesen Gegenstand [151]). In der ersteren derselben wurden von Rykatschew die Windgeschwindigkeiten in St. Petersburg nach den Anemometeraufzeichnungen im Jahre 1878 für 32 Kompassstriche nach Mondstunden geordnet, die Componente N—S und E—W berechnet und die Stundenmittel mit den 24stündigen verglichen. In den Mitteln dieses Jahres, insbesondere des Winters, finden sich 2 Maxima und 2 Minima; vor der oberen Culmination kommt der Strom von Westen, 1—7^h

nach derselben von E; die zweite der unteren Culmination angehörige Welle ist zwar viel schwächer, im Winter jedoch noch ziemlich gut erkennbar. Der Gang der Componente N—S zeigt im Winter eine sehr ausgesprochene Periode mit einem Minimum

Atmosphärische Ebbe und Fluth in St. Petersburg 1878 u. 1879.

Mond-stunden	Oktober bis März				April bis September				Jahr			
	Componenten.		mittl. Resultant.		Componenten.		mittl. Resultant.		Componenten.		mittl. Resultant.	
	N—S	E—W	Richtg.	Stärke	N—S	E—W	Richtg.	Stärke	N—S	E—W	Richtg.	Stärke
0	0,65 S	0,07 W	S 17° W	0,63	0,13 N	0,14 W	N 16° W	0,26	0,25 S	0,10 W	S 36° W	0,22
1	0,62 S	0,05 E	S 7 W	0,64	0,30 N	0,08 W	N 15 W	0,31	0,15 S	0,02 W	S 24 W	0,20
2	0,70 S	0,06 E	S 2 E	0,64	0,22 N	0,01 W	N 10 W	0,35	0,19 S	0,02 E	S 11 W	0,15
3	0,37 S	0,06 E	S 11 E	0,57	0,29 N	0,27 W	N 5 W	0,34	0,04 S	0,10 W	S 22 E	0,11
4	0,54 S	0,16 E	S 22 E	0,43	0,57 N	0,05 W	N 2 E	0,29	0,02 N	0,06 E	S 63 E	0,09
5	0,32 S	0,08 E	S 48 E	0,24	0,19 N	0,25 E	N 12 E	0,19	0,06 S	0,16 E	N 79 E	0,10
6	0,08 N	0,04 W	N 55 E	0,19	0,08 N	0,29 E	N 51 E	0,06	0,08 N	0,12 E	N 56 E	0,14
7	0,50 N	0,20 E	N 18 E	0,40	0,01 N	0,00 E	S 9 E	0,13	0,25 N	0,10 E	N 27 E	0,16
8	0,67 N	0,09 E	N 7 E	0,62	0,44 S	0,16 W	S 4 W	0,29	0,11 N	0,03 W	N 7 E	0,16
9	0,82 N	0,19 E	N 3 E	0,76	0,78 S	0,32 W	S 12 W	0,43	0,00 N	0,06 W	N 7 W	0,17
10	0,86 N	0,25 E	N 2 E	0,82	0,49 S	0,18 W	S 17 W	0,51	0,18 N	0,06 E	N 21 W	0,17
11	0,66 N	0,16 W	N 3 E	0,77	0,24 S	0,16 W	S 21 W	0,53	0,20 N	0,15 W	N 27 W	0,16
12	0,44 N	0,00	N 5 E	0,65	0,21 S	0,07 W	S 24 W	0,48	0,11 N	0,03 W	N 31 W	0,12
13	0,30 N	0,02 W	N 12 E	0,49	0,43 S	0,05 E	S 26 W	0,37	0,06 S	0,02 E	N 16 W	0,07
14	0,51 N	0,11 E	N 24 E	0,32	0,29 S	0,23 W	S 25 W	0,21	0,11 N	0,06 W	N 22 E	0,05
15	0,35 N	0,14 E	N 49 E	0,18	0,12 S	0,07 W	S 0 W	0,06	0,14 N	0,03 E	N 67 E	0,08
16	0,04 N	0,28 E	S 79 E	0,10	0,10 N	0,01 E	N 68 E	0,11	0,08 N	0,14 E	N 79 E	0,10
17	0,16 S	0,08 E	S 20 E	0,12	0,03 S	0,20 E	N 58 E	0,21	0,10 S	0,14 E	N 85 E	0,11
18	0,47 S	0,01 W	S 16 W	0,19	0,10 N	0,19 E	N 58 E	0,26	0,18 S	0,08 E	S 90 E	0,08
19	0,17 S	0,15 W	S 32 W	0,26	0,29 N	0,34 E	N 56 E	0,27	0,06 N	0,09 E	S 53 E	0,05
20	0,09 S	0,30 W	S 41 W	0,35	0,16 N	0,18 E	N 52 E	0,23	0,04 N	0,06 W	S 18 W	0,06
21	0,30 S	0,32 W	S 41 W	0,42	0,20 N	0,07 E	N 40 E	0,17	0,04 S	0,13 W	S 39 W	0,13
22	0,50 S	0,33 W	S 36 W	0,49	0,19 N	0,02 W	N 15 E	0,16	0,16 S	0,17 W	S 43 W	0,18
23	0,34 S	0,32 W	S 27 W	0,55	0,13 N	0,11 W	N 9 W	0,19	0,10 S	0,10 W	S 41 W	0,21
Mittlere	4,740	2,334			0,545	2,992			2,643	2,672		
Geschw.	S	W			S	W			S	W		

(Maximum der Südwinde) um 1^h nach der oberen Culmination und ein Maximum der Nordwinde, um 2^h nach der unteren Culmination. Die Mittelwerthe für den Sommer geben für dieses Jahr kein ausgesprochenes Resultat.

Die zweite Untersuchung von Belikow wurde durch die vorhergehende von Rykatschew veranlasst und hat dadurch Interesse,

dass die Aufzeichnungen für 1879 genau nach derselben berechnet und die Resultate beider Jahrgänge mit einander verglichen wurden.

In beiden Jahrgängen zeigen sich einige Aehnlichkeiten, besonders für die Curven N—S für den Winter und Sommer, und E—W für das Jahr. Die anderen Curven zeigen unter einander wenig Uebereinstimmung, was dem Einflusse der Anomalien jedes Jahres auf das Endresultat zuzuschreiben ist. Aus der Combination beider Jahrgänge ergiebt sich, dass die Componente N—S während der Mondtage ein Maximum und ein Minimum, die Componente E—S zwei Maxima und zwei Minima habe. Dabei zeigt sich, dass die Componente N—S im Winter ihr Minimum fast zu derselben Zeit hat, wo im Sommer ihr Maximum liegt und umgekehrt.

In der nebenstehenden Tabelle geben wir für beide Jahrgänge die beobachteten Abweichungen der Windgeschwindigkeit (Km pro Stunde) von den Mittelwerthen und die mittleren berechneten Resultanten nach Richtung und Stärke in den verschiedenen Mondstunden für die wärmere (October bis März) und kältere (April bis September) Jahreszeit, sowie für das Jahr.

Emil Leyst[152]) berechnete die Anemometeraufzeichnungen desselben Jahres 1878, welches auch Rykatschew benutzte auf andere Weise, um die Abhängigkeitsverhältnisse der Windgeschwindigkeit vom Monde zu untersuchen. Hiernach zeigt die Windgeschwindigkeit überhaupt im Jahre bei der unteren Culmination ein Maximum und nach der oberen Culmination ein Minimum, und zwar beträgt die Differenz 7%.

Für die Mondstage des synodischen Umlaufs findet Leyst einen weit grösseren Einfluss: die grösste Windgeschwindigkeit 490,6 Km pro Tag ist am 3. Tage nach dem Vollmonde, die kleinste 333,0 Km am 5. Tage vor dem Vollmond; das Maximum ist 47% grösser als das Minimum.

Offenbar ist der in Betracht fallende Zeitraum viel zu kurz, um ein auch nur annähernd zuverlässiges Resultat zu erhalten.

Der Einfluss des Mondes auf die Häufigkeit der Stürme ist zuerst untersucht worden von Herzberg[153]) nach 25jährigen Beobachtungen (1797—1822) am Hardanger Meerbusen an der Westküste Norwegens. Indem er jeder Phase einen 3tägigen Zeitraum zuertheilte, erhielt er (für 453 Stürme) folgende Verhältnisszahlen:

Vollmond	: Letzt. Viertel	56 : 50	= 100 : 89,3
Syzygium	: Quadratur	111 : 109	= 100 : 98,2
Erst. Viertel	: Letzt. Viertel	59 : 50	= 100 : 84,7
Vollmond	: Neumond	56 : 55	= 100 : 98,2
E. V. u. V.M.	: L.V. u. N.M.	115 : 105	= 100 : 91,3.

Weniger wichtig erscheint eine Abhandlung von Prestel[154], in welcher derselbe aus der Aehnlichkeit markirter meteorologischer Vorgänge im November 1873 und 1875 um die Zeit der Lunistitien und des Neumondes die Vermuthung ausspricht, dass insbesondere der Mond bei den verheerenden Stürmen die Hand im Spiele gehabt habe. Wir müssen diese Ansicht als eine sehr voreilige und durchaus unwahrscheinliche bezeichnen, und halten es für verwerflich, Erscheinungen, deren physikalischer Zusammenhang nicht einzusehen ist, durch Hypothesen erklären zu wollen, wenn diese nicht schon eine bedeutende Stütze haben. So ein eifriger Forscher Prestel auch ist, und so ausgezeichnete Verdienste sich derselbe auch um die Entwickelung der Meteorologie erworben hat, so sind dessen Behauptungen doch vielfach sehr voreilig und müssen mit der grössten Vorsicht aufgenommen werden.

Mit den Herzberg'schen Resultaten stimmen die Werthe, welche Lüdicke für die Vertheilung der stürmischen Winde auf die Mondphasen erhielt:

Neumond	Erst. Viertel	Vollmond	Letzt. Viertel	Perigäum	Apogäum
12	8	11	6	13	8

Als Curiosum erwähnen wir die Sturmwarnungen des amerikanischen „Astronomen im Finanzministerium“ (!) Wiggins, welcher durch die Prophezeihung eines furchtbaren Sturmes im März 1883 weite Kreise auch in Europa unnöthiger Weise in Unruhe versetzte. Trotz des vollständigen Fiascos durchlief 1884 eine neue Sturmwarnung die Zeitungen: „der grösste Sturm des 19. Jahrhunderts, der sogenannte Saxesby gale, wird sich am 19. September 1887 einstellen. Seine grösste Stärke wird der Sturm am Nachmittage des 20. September entfalten und soll von heftigen Erdbeben begleitet sein, die um die Mitte October in Californien und dem westlichen Europa eintreten. Zwischen dieser Zeitperiode und der gegenwärtigen sollen die heftigsten Stürme stattfinden: 1884 am 20. bis 23. Sept. (besonders heftig) und 20. bis 22. Oct., 1885 am 18. bis 20. März, 1886 am 29. und 30. Sept. und 1887 am 26. bis 29. März.“

Zur Beleuchtung der Methode dieses famosen Finanzastronomen führen wir die treffenden Worte des „American Meteorological Journal" (Augustnummer 1884) an, welche auch auf manchen meteorologischen Dilettanten, wenigstens theilweise, Anwendung finden könnten [155]:

„Herr E. Stone Wiggins hat eine wunderbare Entdeckung gemacht und die Methode, mit welcher er sie gemacht hat, ist noch wunderbarer, wie die Entdeckung selbst. Entdeckung sowohl als Methode werden mitgetheilt in einem Briefe an die „New-York Tribune". Die Entdeckung besteht in einem oder mehreren unsichtbaren Monden, deren genaue Zahl der Erfinder nicht als wesentlich anzusehen scheint. Wir bedauern Herrn Wiggins die Priorität zu nehmen, aber ein dunkler Mond war den Chinesen längst bekannt. Die Theorie desselben wurde uns dargelegt von dem chinesischen Philosophen und Freund, dessen Aufmerksamkeit für unsere gastronomischen Bedürfnisse und den Glanz unserer Schuhe unseren Aufenthalt in Peking sehr viel angenehmer machte, als er sonst gewesen wäre. Diesem Philosophen zufolge wären der helle und der dunkle Mond mit einander verbunden und Finsternisse sowohl als die Phasen wären verursacht durch die Bewegungen dieser beiden relativ zu unserer Sehlinie. Unser Philosoph und Freund behandelte das populäre Vorurtheil von einem Drachen als der Ursache der Finsternisse, des Erdbebens und des Wetters mit derselben Verachtung, welche ohne Zweifel Herr Wiggins für dasselbe hegt.

Die Methode, nach welcher die Entdeckung gemacht ist, charakterisirt sich durch ausserordentliche Einfachheit. Sie besteht in der Schaffung einer hypothetischen Ursache für die Erscheinungen, und wenn Ursache und Erscheinungen nicht stimmen, in Variirung der ersteren, bis sie stimmen. So nimmt Herr Wiggins an, dass Wetter und Erdbeben vom Monde abhängen, und wenn der Mond seine Schuldigkeit nicht thut, setzt er einen oder zwei andere Monde hinzu. Offenbar kann diese Methode ins Unendliche erweitert werden; hundert unsichtbare Monde können hinzugefügt werden, wenn es Noth thut, und mit diesen kann Alles erklärt werden. Die Einfachheit und Verwendbarkeit dieser Methode bedarf keiner weiteren Illustrirung. Wir bemerken, dass nebenbei diese Methode den Vortheil hat, dass sie all' die Arbeit und Plackerei umgeht, mit welcher die meisten wissenschaftlichen Forscher ihre Theorien an bekannte Principien anknüpfen. Wir müssen aber mit aufrichtigem Bedauern Herrn Wiggins das Prioritätsrecht auch

auf seine Methode absprechen, denn thatsächlich ist dieselbe durch Leute seines Schlages seit undenklichen Zeiten angewandt worden. Aber wenn er die Priorität der Entdeckung und der Methode verliert, so kann ihm doch weder die colossale Einbildungskraft, noch die heldenhafte Verachtung der Logik abgesprochen werden, welche in seinem ganzen Brief wie in seinen früheren Veröffentlichungen sich ausdrücken, und seine graciöse Geringschätzung für die gewöhnlich angenommenen Regeln der Wissenschaft verdient unsere höchste Bewunderung. Wir wagen es vorzuschlagen, dass Herr Wiggins den chinesischen himmlischen Drachen untersuchen möge, denn ungleich dem Monde, welcher eine undifferenzirte Kugel ist, hat der Drachen zwei Kinnbacken, vier Füsse und einen Schwanz, und wir denken, durch passende Combination und Permutationen dieser Organe könnte Herr Wiggins über alle Phänomene Rechenschaft geben ohne die neuen Monde und könnte vielleicht auch ohne den leuchtenden Satelliten auskommen, den jetzt allgemein die Leute annehmen." —

Aus allen vorhergehenden Untersuchungen erscheint es wahrscheinlich, dass nördliche Winde in der Nähe des letzten Viertels (insbesondere beim 4. Oktanten) am häufigsten, in der Nähe des ersten Viertels am seltensten sind, umgekehrt die südwestlichen Winde beim ersten Viertel öfter wehen, als beim letzten Viertel, insbesondere beim 4. Oktanten; auf die Windstärke, sowie auf die Windverhältnisse in der täglichen Mondsperiode lässt sich mit einiger Wahrscheinlichkeit nicht schliessen.

---

g) Calorischer Einfluss des Mondes.

a) Einiges über Sternenwärme[156]. Wenn auch von vorneherein angenommen werden darf, dass die Sternenwärme für die Temperaturverhältnisse unserer Erde jedenfalls nur von sehr untergeordneter Bedeutung sein kann, so dürfen wir sie dennoch, der Vollständigkeit wegen, hier nicht ganz übergehen, um so weniger, als die Besprechung dieses Gegenstandes manches Interesse bieten dürfte, und früher den Sternen ein Einfluss auf unsere Wärmeverhältnisse eingeräumt wurde.

Würde unsere Erde keine Eigenwärme besitzen und auch von der Sonne keine Wärme erhalten, so würde dieselbe nach Four-

rier's Ansicht die Temperatur des Weltenraumes besitzen, welche sehr tief unter dem Gefrierpunkte liegt. Nehmen wir die Sonnenstrahlung hinweg, so bleibt unserer Erde noch diejenige Wärme, welche ihr etwa an den Polen eigen ist, nämlich etwa — 50° bis unter — 60° C., eine Wärme, die wir unserem äussersten Planeten zuertheilen müssen, wo der Betrag der Sonnenstrahlung fast nicht mehr in Betracht kommt. Von dem Kern der Erde, den wir als feurig-flüssig annehmen, bis über die Oberfläche hinaus nach dem unendlichen Weltenraum nimmt die Wärme successive ab bis zu einer constanten Grösse, die zwar nicht genau bestimmt werden kann, aber viel weiter unter dem Gefrierpunkte liegt, als es auf unserer Erde überhaupt vorkommen kann. Je grösser dieser Temperaturunterschied zwischen Erde und Weltenraum ist, desto grösser sind auch die durch die Sonnenstrahlung hervorgebrachten Wärmeschwankungen, wie sie sich in der jährlichen und täglichen Periode ausspricht.

Poisson schreibt der Sternenwärme einen entschiedenen Einfluss auf unsere irdischen Wärmeverhältnisse zu [157]). Zunächst erklärt er die höhere Wärme der nördlichen Erdhemisphäre im Vergleich zu der südlichen durch die grössere Wärmestrahlung des nördlichen sternreicheren Himmels, eine Hypothese, die durch neuere Untersuchungen [158]), wonach eine Verschiedenheit in der Wärmemenge beider Hemisphären unwahrscheinlich ist, den Boden verliert. Dann bemerkt er, dass unser ganzes Sonnensystem im Weltall sich fortbewege und so in Gegenden gelange, wo die Wärmestrahlung der Gestirne der Grösse nach verschieden sei, und auch der das All erfüllende Aether ungleiche Absorptionsfähigkeit besitze, so dass die Erde, je nach der Gegend, in welcher sich das Sonnensystem befinde, abwechselnd Erwärmungen und Erkaltungen ausgesetzt sei. Diese Hypothese ist jedenfalls eine rein willkürliche und entbehrt jeder Begründung.

Wenn William Huggens behauptete, die Wärmewirkung des Sirius, Pollux, Regulus und Arcturus mit einem Refractor von 8 Zoll Oeffnung nachweisen zu können, so ist diese Wärmestrahlung in Wirklichkeit zweifellos nie nachgewiesen worden.

b) Erwärmung durch den Mond. Wenn auch die Sterne keinen merklichen Einfluss auf unsere Wärmeverhältnisse ausüben, so dürfte dieser doch wenigstens vom Mond zu erwarten sein, der doch das von der Sonne erhaltene Licht in sehr merklicher Weise reflektirt. Wochenlang ist die der Erde zugewandte Seite

des Mondes der Wärmestrahlung der Sonne andauernd ausgesetzt und wird dem Monde eine so beträchtliche Wärme zugeführt, dass die Temperatur nach dem Vollmonde daselbst mehr als 100 ° C. über den Siedepunkt des Wassers steigen dürfte. Die Wärmestrahlen des Mondes werden in den Weltenraum, also auch zur Erde reflektirt und man ist daher zu der Vermuthung wohl berechtigt, dass der Mond eine Wärmewirkung ausübe. Allein es ist wohl in Erwägung zu ziehen, dass die vom Monde reflektirten Lichtstrahlen unsere Atmosphäre ohne erheblichen Verlust durchdringen, dagegen die dunklen Wärmestrahlen zum grössten Theile von der Atmosphäre absorbirt werden, insbesondere, wenn diese viel Wasserdampf enthält. Nur dieser übrigbleibende Rest ist es, welcher an der Erdoberfläche direkt gemessen werden kann. Hiernach scheint es nicht unmöglich, dass unserer Atmosphäre immerhin eine nicht unbeträchtliche Menge Wärme zugeführt wird, und diese kann, wenn sie sich auch unseren direkten Messungen entzieht, auf andere Weise, etwa durch Auflockerung der Wolken, durch Veränderung des Wasserdampfgehaltes der Atmosphäre sich manifestiren. Indessen müssten diese Wirkungen, wenn sie überhaupt vorhanden sind, offenbar an die Mondphasen geknüpft, also mittelbar nachweisbar sein.

Besprechen wir zunächst alle diejenigen Versuche, welche darauf gerichtet waren, die Wärmewirkung des Mondes durch direkte Messung zu bestimmen [159]).

Schon am Ende des 17. Jahrhunderts stellte Tschirnhausen Versuche an, die Wärmewirkung des Mondes experimentell festzustellen. Zu diesem Zwecke wandte er eine Linse von 33 Zoll Durchmesser an, aber obgleich er mit derselben mehrere Metalle durch die Concentrirung der Sonnenstrahlen zum Schmelzen brachte, war er nicht im Stande, eine merkliche Wirkung der Mondstrahlen auf das Thermometer nachzuweisen.

Nicht lange nachher, im Anfange des 18. Jahrhunderts, beschäftigte sich de la Hire mit demselben Versuche [160]). Im Oktober 1705 concentrirte dieser die Strahlen des Vollmondes bei seiner Culmination durch einen Hohlspiegel von 35 Zoll Durchmesser, in dessen Brennpunkt er ein empfindliches Thermometer nach Amontons angebracht hatte. Allein dieses änderte seinen Stand nicht, obgleich die Mondstrahlen auf einen 360mal kleineren Raum zusammengedrängt wurden, wodurch also eine ebensovielmalige Verstärkung der Wärmewirkung hervorgebracht werden musste. Nach den Untersuchungen von Bouger [161]) erreichte

die Wirkung der Mondstrahlen den 300,000. Theil der Sonnenstrahlen nicht.

Peclet und Prevost fanden bei ihren Versuchen nicht Erwärmung, sondern Abkühlung [162]), eine Erscheinung, welche ersterer der niederen Temperatur der untersten atmosphärischen Schichten, der zweite der Ausstrahlung des Mondes gegen den Himmelsraum zuschrieb. Wahrscheinlich lag der Grund in der Ausstrahlung der beim Versuche angewandten Linse und der Bewegung der äusseren Luft.

Herschel bemerkt [163]), dass auf dem Monde derjenige Theil, welcher Mittag habe, wenigstens eine Temperatur von 100° besitze, und vermuthet, die Wärme werde zur Auflösung der höchsten Wolken verwendet, wie man auch beobachtet haben will, dass diese Wolken beim Aufgange des Vollmondes verschwinden.

Auch Forbes [164]) und Tyndall [165]) kamen zu demselben Resultat. Howard [166]) und Watt [167]) glaubten eine geringe Wärmewirkung zn erkennen. Ersterer bediente sich eines Spiegels von 13 Zoll Oeffnung, letzterer machte Versuche nicht allein beim Vollmonde, sondern auch bei den einzelnen Phasen. Die Untersuchungsmethoden beider scheinen jedoch der nothwendigen Genauigkeit zu entbehren.

Nach diesen vielen vergeblichen Bemühungen gelang es zuerst Melloni, eine ganz bestimmte Entscheidung in dieser Frage zu geben und die Wärmestrahlung des Mondes zweifellos nachzuweisen [168]). Unter Anwendung aller möglichen Vorsichtsmassregeln benutzte Melloni bei seinen Versuchen eine abgestufte Linse von 1^m Durchmesser. Indem er etwa 1^m hinter derselben die Mondscheinstrahlen auf einen Raum von 1^{cm} Durchmesser concentrirte, und diesen Lichtkreis auf eine thermoskopische Säule auffallen liess, erhielt er im Strommesser eine beträchtliche Ablenkung.

Melloni fand die Wirkungen der Mondstrahlen veränderlich nicht allein mit dem Alter des Mondes, sondern auch mit der Höhe desselben über dem Horizonte. „Bei verschiedenen Lunationen", sagt Melloni, „gelang der Versuch immer, d. h. das Resultat war mehr oder weniger deutlich, zeigte aber immer eine Zunahme der Temperatur an. Ich wiederhole es also, dass das Dasein der Wärme in den Mondstrahlen eine vollkommen sichere Thatsache ist; es handelt sich hier noch darum, zu sehen: 1) wie gross die Wärme in Thermometergraden sei und 2) in welchem Verhältnisse sie zur Sonnenstrahlung stehe".

Diese Ergebnisse wurden durch Piazzi Smyth bestätigt, welcher 1856, bei einer wissenschaftlichen Expedition, auf dem Pic von Teneriffa die Melloni'schen Versuche wiederholte. Obgleich Smyth die Strahlen des sehr tief stehenden Mondes dicht auf die Thermosäule fallen liess, so erhielt er einen Ausschlag, welcher dem dritten Theil einer Kerzenflamme in der Entfernung von 4,75 m von der Thermosäule entsprach.

Noch entschiedenere Resultate erhielt Lord Rosse mit einem Reflector von 3 Fuss Durchmesser[169]). Seine Versuche ergaben, dass die Wärmestrahlung des Mondes jener einer auf 182° C. erwärmten Fläche gleichkommt.

William Huggens konnte mit einem Refractor von 8 Zoll Oeffnung die Wärmewirkung des Vollmondes nicht zweifellos darthun, indem die Ausschläge der Nadel meistens ausserordentlich schwach und nicht constant genug ausfielen. Die Linsen des Huggen'schen Refractors absorbirten die dunklen Strahlen des Mondes fast vollständig, während Rosse's Reflektor dieselben ebenso wie die leuchtenden Strahlen zusammenwarf.

Die neuesten Versuche über Wärmestrahlung des Mondes wurden von Marié Davy und J. B. Baille angestellt. Nach Davy „sendet uns der Mond drei Arten von Wärmestrahlen zu: die leuchtenden und dunklen, von der Sonne herstammenden, welche vom Monde entweder reflektirt oder zerstreut werden, und die direkt von der erhitzten Mondfläche ausgehenden Strahlen. Diese drei Arten Strahlen finden sich in den Versuchen von Smyth und Rosse vereinigt; Marié Davy setzte sich die Aufgabe, dieselben getrennt zu bestimmen". Nachdem er, um die Wärmewirkung der leuchtenden Strahlen zu messen, mit einem Thermometer, welches noch 0,0043° genau ergab, keine Wirkung erhalten hatte, wandte er eine Thermosäule an, welche noch nahezu den 100,000. Theil eines Thermometergrades erkennen liess. Er erhielt folgende Werthe (9. bis 20. Oktober 1869):

Mondsalter	4.	5.	6.	7.	12.	15. Tag
°C.	0,00017	0,00013	0,00075	0,00029	0,0026	0,00287

„Die Wärme der leuchtenden Mondstrahlen nimmt mit der Mondphase sehr rasch zu, indessen haben die Höhe des Mondes über dem Horizont und der Zustand des (wenn auch wolkenlosen) Himmels einen beträchtlichen Einfluss auf das Ergebniss."

Die von Baille angestellten Versuche ergaben, dass der Vollmond zu Paris während der Sommermonate uns ebensoviel Wärme

zusendet, wie eine geschwärzte quadratische Oberfläche von $6,5^{cm}$ Seite, die auf der Temperatur 100° C. erhalten und ungefähr in der Entfernung von 35^{m} angebracht ist. Eine Angabe in Thermometergraden hat Baille nicht gemacht.

Aus allen diesen Versuchen geht zweifellos hervor:

1) Dass der Mond an der Erdoberfläche eine Temperaturerhöhung bewirkt.

2) Dass der Betrag dieser Wärmewirkung so gering ist, dass sie sich nur mit den feinsten Hilfsmitteln nachweisen lässt.

Ist hiernach auch die Wärmestrahlung des Mondes an der Erdoberfläche so gering, dass dieselbe im Vergleich zu den grossen Wärmeschwankungen, die hauptsächlich durch die Einstrahlung der Sonne und Ausstrahlung der Erde hervorgebracht werden, ganz vernachlässigt werden darf, so kann es immerhin möglich sein, dass die oberen Regionen der Atmosphäre eine erheblichere Wärmemenge erhalten, welche als latente Wärme auf unseren Dunstkreis wirkt, wie bereits oben bemerkt wurde. Die Periodicität dieser Wärmewirkungen müsste an die Mondphasen geknüpft sein und sich auch in den Beobachtungsresultaten aussprechen. Inwieferne dieses bei den verschiedenen meteorologischen Elementen der Fall war, haben wir in den vorhergehenden Betrachtungen kennen gelernt. Zur Lösung des Problems in Bezug auf Wärmewirkung wird uns noch übrig bleiben, direkt die Wärmeverhältnisse unserer Atmosphäre mit den Mondphasen zu vergleichen. —

Bereits oben wurde erwähnt, dass Baco behauptete, dass bei Vollmond die Bewölkung geringer sei, als bei den übrigen Phasen, und daher die Winterkälte bei Vollmond besonders streng sei.

Greifen wir nochmals auf die übrigen Untersuchungsresultate über die Beziehung der Windrichtungen auf die Mondphasen zurück, so erscheint es wahrscheinlich, dass die südwestliche Luftströmung zur Zeit des ersten Viertels und des Vollmondes am häufigsten ist, und die nordöstlichen Winde zur Zeit des letzten Viertels, insbesondere des 4. Oktanten, die grösste Frequenz zeigen; also müsste die Sache sich gerade umgekehrt verhalten, als wie es Baco angiebt, und dieses wurde durch die Untersuchungen von Schübler und Eisenlohr in der That bestätigt. Die Ursache, warum Baco zu der obigen Annahme kam, dürfte in dem Umstande zu suchen sein, dass die Winterkälte in klaren Nächten am strengsten zu sein pflegt, und der Vollmond dann am meisten von uns beachtet wird.

In Beziehung auf die Wärmewirkung des Mondes bemerkt

Toaldo: „Ich habe mich neulich auf eine neue Art, durch gemeine Thermometerbeobachtungen überzeugt, dass der Mond in der That die Luft, mehr in den Tagen, wenn er voll ist, als wenn er zu- oder abnimmt, und mehr in seinem Sommer als in seinem Winter, erwärmt".

Der Akademiker Pierre Joseph Maquer (1718—1784) will durch langjährige Erfahrung bestätigt gefunden haben[170]), dass die Epochen grösster Kälte und Trockenheit in den ersten 15 Tagen des Mondes stattfinden, dagegen Thauwetter, Regen und Wärme in den letzten 15 Tagen, eine Ansicht, welche Cotte zurückführt auf das Vorwalten der nördlichen und nordöstlichen Winde bei zunehmendem Monde nach dem Frühjahrsäquinoctium. Uebrigens gab die Maquer'sche Behauptung Cotte Veranlassung, Duhamel's und seine Beobachtungen nach dieser Richtung hin zu vergleichen, welches zu folgenden Ergebnissen führte:

1) Die Landleute wissen ebenso gut, wie wir, dass die Winterfröste intensiver sind in der ersten Hälfte des Mondmonats, als in der zweiten. Die Summe aller Temperaturen unter Null ist in der ersteren Epoche grösser, als in der zweiten.

2) Dieser Unterschied ist beim Frühjahrsäquinoctium markirter, weil die Winde variabler sind und die Sonnenstrahlen immer weniger schräge auffallen als im Winter, so dass also während der Lunation die Wärme in starker Zunahme begriffen ist. Im Herbste verhält sich die Sache wegen der abnehmenden Wärme in der jährlichen Periode umgekehrt.

Musschenbroek bemerkt über den Einfluss der Mondphasen auf das Gefrieren[171]): „es beginnt in Flandern der Frost beim Wechsel der Mondphasen, oder wenn es schon zu dieser Zeit friert; dann nimmt der Frost ab. Frost bei Neumond ist weniger stark oder thaut bei der ersten Quadratur auf. Oder, wenn der Frost zuerst nachlässt und nachher wieder mit neuer Kraft einsetzt, so thaut er noch mit dem Vollmonde auf, oder der Frost nimmt doch sehr stark ab. Endlich, wenn am folgenden oder zweitfolgenden Tage der Frost zunimmt, so wird er bei der letzten Quadratur abnehmen. Hieraus folgt, dass der Frost in Flandern während eines ganzen Monats niemals anhaltend strenge ist."

Aus seinen Beobachtungen findet Cotte, dass beim letzten Viertel die Wärme- odez Kältewirkungen am bedeutendsten sind; in zweiter Linie sind der 4. Tag nach dem Vollmonde und das erste Viertel öfters von Kälte begleitet. Der 4. Tag vor dem

Neumonde bringt nicht selten Wärme, das Apogäum, das nördliche Lunistitium öfters Kälte, der Neumond, der absteigende Aequator sind für Wärme günstiger, während die übrigen Mondspunkte keine Resultate ergeben. Auch die 19jährige Periode untersuchte Cotte und will daraus bedeutende Beziehungen gefunden haben (vergl. Tabelle p. 128). Pilgram behauptet[172]), dass der Vollmond vor dem Neumond vieles voraus habe: „er ändert die Witterung geschwinder, als der Neumond und bringt mehr feuchtes Wetter, welches ein sicherer Beweis ist, dass er die Luft mehr in Bewegung setzt und ihre Dünste mehr von einander absondert. Er macht aber an den Körpern auch weit beträchtlichere Wirkungen. Man erkundige sich nur in den Toll- und Siechenhäusern, ob sich nicht an den Tollen überhaupt, und wenigstens an gewissen Gattungen der Siechen ein merklicher Unterschied zwischen der Zeit des Neumondes und Vollmondes zeigt; man frage die Gärtner und erfahrene Landwirthe in Bezug auf die Pflanzen; alles schreit nach dem Vollmond. Woher aber diese Wirkung? Sicher aus dem Lichte desselben. So unbeträchtlich dieses in Gegenwart der Sonne zu sein scheint, wo sich der Mond von einer kleinen weissen Wolke nur an seiner Gestalt unterscheidet, so beträchtlich wird es, da der Mond die ihm von Gott in seiner Schöpfung gegebene Bestimmung erfüllet, bei der Nacht zu herrschen. Ob man schon auch mit grossen Brenngläsern keine merkliche Wirkung aus seinen gesammelten Strahlen gefunden haben will, welches mir kaum glaublich scheint, indem sie wahre Feuerstrahlen der Sonne sind; hat doch Toaldo aus sehr vielen Beobachtungen gefunden, dass bei den mondhellen Nächten die Thermometer höher, als bei finsteren stehen“.

Die fortlaufenden Nachrichten in Württemberg über gute und schlechte Weinjahre in 425 Jahren, welche einen Rückschluss auf den Witterungscharakter namentlich des Sommers gestatten, berechnete Schübler in Beziehung auf die Einwirkung des Mondes[173]) und erhielt folgende Resultate.

Zunächst ordnete Schübler die 425 Jahre nach der 19jährigen Periode, so dass die entsprechenden Jahre 22—23mal wiederkehrten, und fand, dass die guten Weinjahre ihr Maximum zu der Zeit erreichten, in welcher die Lunistitien die stärkste Abweichung hatten, die schlechten Jahre waren dann am häufigsten, wenn der Mond während seiner Lunistitien die geringste Abweichung hatte. Eine andere Untersuchung ergab, dass die Zahl der schlechten Weinjahre sich verhielt zu denjenigen der guten, in den Jahren, in

welchen der Neumond in der zweiten Hälfte des Juni (zur Zeit der Blüthe der Weinreben) eintrat = 100 : 159,3; trat derselbe dagegen in der zweiten Hälfte des Juni ein, so ergab das Verhältniss nur 100 : 131,8.

Theilt man die 19jährige Periode der Mondsknoten (18,615 Jahre) je nach der verschiedenen Grösse der Abweichung der Lunistitien in 3 Theile, nämlich in 6 Jahre der grösseren Abweichung von $26\frac{1}{2}$—$28\frac{1}{4}$°, in 7 Jahre der mittleren Abweichung von $20\frac{1}{2}$—$26\frac{1}{2}$°, und 6 Jahre der geringeren, von $18\frac{1}{4}$—$20\frac{1}{2}$°, so ergiebt sich das Verhältniss der schlechten Jahre zu den guten für die 425 Jahre:

in 6 Jahren der grössten Abweichung = 100 : 157,4
in 7 Jahren der mittleren „ = 100 : 121,7
in 6 Jahren der geringeren „ = 100 : 120,7.

Diese Verhältnisszahlen wiederholten sich auch in Gruppen von je 100 oder 200 Jahren.

Ferner kamen auf je 100 schlechte Jahre gute:

In den Jahren des Eintritts des Perigäums in der Nähe	in d. erst. 100 Jahr.	in d. erst. 200 Jahr.	i. d. letzt. 200 Jahr.	i. d. letzt. 100 Jahr.	i. d. 425 Jahren
des südlichen Lunistitiums	155	150	150	200	150
des nördlichen „	106	161	153	100	157
(Mittel für Apsiden in d. Lunistitien	160	155	151	150	153)
des aufsteigenden Aequators	112	131	111	72	121
des absteigenden „	111	88	125	160	103
(Mittel für Apsiden im Aequator	111	107	118	116	112)

Mädler berechnete die täglichen Extreme des Thermometers nach den Berliner Beobachtungen von 1820—35 für die verschiedenen Entfernungen des Mondes und für die einzelnen Mondphasen und gelangte zu folgenden Resultaten:

1) Einfluss der Entfernung. Hierbei wurde, wie beim Barometer, nicht der mittlere anomalistische Monat zu Grunde gelegt, sondern die Tage, wo der Mond seine grösste und kleinste Parallaxe hatte, nach den Ephemeriden bestimmt und für diese, sowie für die beiden angrenzenden Tage die Mittel berechnet (° C).

Tag vor Apog.	9,20		Tag vor Perig.	8,87	
Apog.	9,29	9,34	Perig.	8,59	8,85.
Tag nach Apog.	9,52		Tag nach Perig.	9,09	

2) Einfluss der Mondphasen (Mittel = 9,75 ° C).

	Mittel	Uns.		Mittel	Uns.		Mittel	Uns.		Mittel	Uns.
3 Tage vor	9,37	$\mp$ 0,27	3 Tage vor	8,92	$\mp$ 0,40	3 Tage vor	8,39	$\mp$ 0,24	3 Tage vor	9,17	$\mp$ 0,22
2 „ „	9,66	0,12	2 „ „	8,96	0,26	2 „ „	8,46	0,34	2 „ „	9,23	0,32
1 Tag „	9,63	0,21	1 Tag „	9,17	0,29	1 Tag „	8,77	0,29	1 Tag „	9,01	0,28
Erst. Viert.	9,54	0,29	Vollmond	8,93	0,32	Letzt. Viert	9,23	0,29	Neumond	8,87	0,38
1 Tag nach	9,35	0,21	1 Tag nach	8,76	0,22	1 Tag nach	9,09	0,28	1 Tag nach	8,96	0,28
2 Tage „	9,34	0,22	2 Tage „	8,97	0,27	2 Tage „	8,81	0,18	2 Tage „	9,14	0,20
3 „ „	9,41	0,26	3 „ „	8,59	0,20	3 „ „	8,85	0,22	3 „ „	9,15	0,14

Die mittlere Unsicherheit der Temperatur beträgt nach Mädler 0,25°; wollte man diese auf 0,10° herabbringen, so gehöre dazu für das Klima von Berlin ein Jahrhundert. Das Maximum fällt 2 Tage vor dem ersten Viertel = 9,66 (Unsicherheit = 0,12°), das Minimum 3 Tage vor dem lezten Viertel = 8,39° (Unsicherheit = 0,24°); Unterschied = 1,27° (Unsicherheit = 0,32°). Die Extreme der Wärme und Kälte fallen seltener zwischen Neumond und erstes Viertel als während der übrigen Theile des synodischen Monats.

Mädler hält den Einfluss der Mondphasen auf die Temperatur für erwiesen, obgleich die Beobachtungen zur Bestimmung der Quantität dieses Einflusses sowie der Wendepunkte unzureichend sind.

Aus 114jährigen Beobachtungen leitete Buys Ballot ab, dass der Mond an jedem der 7 aufeinanderfolgenden Tage, von denen 2 der Epoche seiner grössten nördlichen Declination vorangehen, die anderen 5 ihr also folgen, 0,14° mehr Wärme der Erde zusendet, als an jedem der gegenüberstehenden Tage, und ebenso dass er am 12. und 19. Tage seines Alters, also ungefähr um die Zeit des Vollmondes, um 0,11° mehr Wärme giebt, als beim Neumond[174]. In einer späteren Abhandlung[175] zeigt derselbe, dass 12jährige Beobachtungen in einem bestimmten Falle das entgegengesetzte Resultat liefern und bemerkt gleichfalls, dass die untersuchten 21jährigen Danziger Beobachtungen (1810—1830) kein unzweideutiges Resultat liefern können. Nach diesen war in Danzig die Temperatur zur Zeit des ersten Viertels etwas höher, was mit den früher untersuchten Beobachtungen nicht übereinstimmt.

In der bereits citirten Arbeit untersucht Kreil nach der bereits oben besprochenen Methode den Einfluss des Mondes auf die Temperatur der Atmosphäre bei seinem täglichen scheinbaren Umlaufe nach dem Stundenwinkel. Die dreifachen täglichen Mittel, d. h. die Mittel aus 3 aufeinanderfolgenden einfachen Mitteln, waren für das Jahr und die wärmere und kältere Jahreszeit, sowie für die 4 Hauptphasen folgende (Reste mit Hinzufügung von 12,5°):

Stunde.	Sommer.	Winter.	Jahr.	Neumond.		Erst. Viert.		Vollmond		Letzt. Viert.	
				Sommer.	Winter.	Sommer.	Winter.	Sommer.	Winter.	Sommer.	Winter.
Ob.Cul. 0	12,54	12,73	12,63	12,81	13,79	12,81	12,11	11,72	11,69	12,81	12,86
1	12,50	12,72	12,62	12,81	13,74	12,68	12,04	11,74	11,74	12,75	12,88
2	12,43	12,71	12,56	12,74	13,63	12,64	12,02	11,71	11,84	12,60	13,05
3	12,38	12,68	12,52	12,69	13,49	12,64	12,02	11,64	11,98	12,51	13,18
4	12,32	12,61	12,48	12,64	13,40	12,69	11,97	11,62	11,84	12,44	13,22
5	12,30	12,58	12,44	12,58	12,37	12,68	11,89	11,64	11,64	12,39	13,26
6	12,33	12,51	12,42	12,56	13,53	12,71	11,76	11,75	11,38	12,37	13,21
7	12,34	12,48	12,43	12,52	13,46	12,72	11,71	11,90	11,42	12,37	13,12
8	12,47	12,40	12,43	12,50	13,48	12,76	11,51	12,10	11,43	12,46	12,99
9	12,52	12,29	12,42	12,40	13,50	12,84	11,33	12,31	11,27	12,55	12,87
10	12,58	12,25	12,42	12,30	13,49	12,97	11,33	12,44	11,24	12,60	12,80
11	12,60	12,25	12,43	12,29	13,44	13,01	11,48	12,54	11,15	12,58	12,73
U. Cul. 12	12,63	12,29	12,47	12,43	13,33	13,00	11,61	12,54	11,15	12,52	12,80
13	12,59	12,29	12,41	12,55	13,26	12,89	11,56	12,47	11,12	12,49	12,88
14	12,59	12,30	12,45	12,59	13,27	12,83	11,43	12,34	11,19	12,56	12,97
15	12,59	12,35	12,48	12,58	13,35	12,81	11,39	12,26	11,25	12,71	13,06
16	12,61	12,40	12,50	12,63	13,39	12,79	11,34	12,13	11,31	12,88	13,14
17	12,61	12,41	12,51	12,71	13,32	12,74	11,36	12,05	11,63	12,97	13,18
18	12,58	12,44	12,51	12,76	13,24	12,59	11,44	11,98	11,72	13,01	13,15
19	12,58	12,50	12,54	12,77	13,34	12,58	11,61	11,86	11,80	12,10	13,20
20	12,56	12,60	12,59	12,79	13,59	12,67	11,86	11,77	11,71	13,04	13,13
21	12,59	12,69	12,64	12,77	13,75	12,80	11,99	11,73	11,72	13,02	13,17
22	12,58	12,74	12,67	12,77	13,80	12,92	12,11	11,72	11,81	12,90	12,14
23	12,59	12,74	12,67	12,80	13,81	12.89	12,19	11,73	11,71	12,93	13,02

Aus diesen Zahlen zieht Kreil folgende Schlüsse:

„Im Sommer lässt sich, so lange der Mond östlich vom Meridian verweilt, kein Einfluss auf das Thermometer erkennen; kaum hat er aber den Meridian überschritten, so fängt die Temperatur zu sinken an, erreicht bei Untergang des Mondes ihr Minimum und erhebt sich dann wieder bis zur unteren Culmination, wo sie die während aller östlichen Stundenwinkel nahezu constante Höhe erreicht.“ Der Unterschied der höchsten Temperatur (um 12^h und 17^h Mondeszeit $= 12{,}61^0$) und der niedrigsten (um $5^h = 12{,}34^0$) beträgt $0{,}27^0$ C.

„Im Winter zeigt sich eine regelmässige Zunahme der Temperatur während des Ueberganges des Mondes von der unteren zur oberen Culmination und nach dieser eine ebenso regelmässige Abnahme“ (Minimum 10^h oder $11^h = 12{,}27^0$, Maximum um 22^h oder $23^h = 12{,}74^0$, Diff. $0{,}46^0$). Diese grössere Differenz im Winter dürfte darin liegen, dass im Winter der Mond zur Zeit des Volllichtes sich dem Zenith nähert, also seine fast senkrecht einfallenden Strahlen einen grösseren Einfluss hervorbringen müssen, als im Sommer, wo der Mond in dieser Phase sich weniger vom Horizonte entfernt. Im Jahresmittel beträgt der Unterschied $0{,}24^0$ C.

In Bezug auf den Einfluss der Phasen zeigt der Vollmond in den Jahreszeiten die grössten Aenderungen: im Sommer ist die Temperatur am höchsten bei der unteren Culmination, am geringsten bei der oberen, im Winter umgekehrt. Die Aenderung beträgt für jede Jahreszeit nahezu 0,9°.

Die Wintercurven zeigen eine grössere Uebereinstimmung, als die Sommercurven. Bei jenen tritt das Maximum in allen Phasen ein, während der Mond sich über dem Horizonte befindet, und zwar beim Neumond und ersten Viertel zur Zeit der oberen Culmination, beim Vollmonde und letzten Viertel um die 5. Mondstunde, die Minima fallen sämmtlich nahezu mit der unteren Culmination zusammen.

Kreil bemerkt, dass der Gang der Temperaturänderung im Sommer dem Gange der Beleuchtung sehr wenig ähnlich ist, ja dass zur Zeit des Vollmondes im Sommer beide Aenderungen sogar in geradezu entgegengesetztem Sinne vor sich gehen und auch der Neumond im Winter, wo das wenige reflectirte Licht unter einem schiefen Winkel in unseren Gegenden ankommt, doch die Temperatur um einen halben Grad erhöhen kann, so dass wir anerkennen müssen, „dass noch andere Nebenumstände vorhanden sein mögen, welche einer einfachen Erklärung dieser Erscheinung im Wege stehen".

Clos behauptet, dass auf die Fröste der Vollmond den meisten Einfluss habe, dann das erste Viertel, dann der Neumond und endlich das letzte Viertel; dieses gilt unter einfachen, sowie auch unter combinirten Verhältnissen; hiermit seien übereinstimmend die Beobachtungen von Méjan in Bas-Languedoc.

Aus den Beobachtungen in Greenwich (1815—61) berechnete Harrison, dass die grösste Wärme dem Neumond und ersten Viertel zukommt, die geringste dem Vollmond und letzten Viertel. In der folgenden Tabelle sind die Summen der Differenzen der jährlichen Temperatursummen zwischen dem ersten und letzten Viertel (für die 3 aufeinander folgenden Tage) für je 10 Jahre gegeben (ausser 1834/39), wobei + bedeutet, dass die mittlere Temperatur beim letzten Viertel grösser ist, als beim ersten Viertel:

Jahre	1815/24	1824/34	1834/39	1839/49	1849/61
Diff.	— 18,5°	— 6,1°	+ 1,5°	— 29,6°	— 15,5°.

Die Summe der Differenzen der dreitägigen Perioden für 578 Lunationen ergaben 68,2°, oder für die Epoche 1839/61 = 45,1° und für diejenige von 1814/39 = 23,1° C.[176]).

Hiermit stehen die Beobachtungen von Dublin (1836—1846) im Einklange [177].

Aus der 26jährigen Prager Beobachtungsreihe (1840/66) folgert Zenger, dass die mittlere Jahrestemperatur im Gegensatze zu dem Luftdrucke ihren niedersten Werth erhalte, wenn die Schiefe der Mondbahn am grössten ist (um ungefähr $^1/_3$ °). Nach ihm befolgen die Mittel der Temperatur und des Luftdrucks eine $9^1/_4$jährige Periode und sind die dem Monde entspringenden Beeinflussungen des Wärmestandes im Winter energischer, wie im Sommer [178].

J. Baxendell berechnete die Beobachtungen zu Southport (1871—78) und gelangte zu folgenden Resultaten:

„Im Winter ist die mittlere tägliche Temperaturschwankung bei Vollmond 5,35°, bei Neumond 5,14°, Differenz 0,21°."

Die mittlere tägliche Temperatur an Vollmondstagen war 6,03°, an Neumondstagen 6,64° (Differenz 0,61°). Dieser Umstand führte Baxendell zu der Vermuthung, dass bei Vollmond nördliche Winde häufiger sind als beim Neumonde, welches er auch durch Rechnung bestätigt fand.

Balfour Stewart berechnete die täglichen Temperaturamplituden der 21jährigen Beobachtungsreihe (1855—1875) zu Kew nach den Mondphasen und erhielt für 259 Lunationen nachstehende Werthe [179]:

Mondphase.		Neum.	1. Okt.	E. Vtl.	2. Okt.	Vollm.	3. Okt.	L. Vtl.	4. Okt.
Temper.-Ampl.	Jahr	7,82	7,89	7,93	7,81	7,75	7,69*	7,80	7,87
„ „	Sommer	9,42*	9,45	9,58	9,57	9,64	9,53	9,58	9,60
„ „	Winter	6,21	6,32	6,29	6,04	5,84	5,83*	5,94	6,14

Die Jahrescurve weist zwei Maxima der Temperaturschwankung beim ersten Viertel und 4. Oktanten, zwei Minima beim 3. Oktanten und Neumond nach — ein Resultat, welches in Bezug auf das Hauptmaximum und Hauptminimum mit dem Mädler'schen übereinstimmt. — Allein eine andere Gruppirung der Beobachtungen in zwei Reihen 1855—1865 und 1866—1875 zeigt erhebliche Abweichungen.

Genau nach dem Vorgange des Balfour Stewart untersuchte Chambers die Beobachtungsreihe (1847—1880) von Bombay und erhielt für 409 Lunationen [180]:

Mondphase		Neum.	1. Okt.	E. Vtl.	2. Okt.	Vollm.	3. Okt.	L. Vtl.	4. Okt.
Temper. Ampl.	Jahr	5,94	5,93	5,93	5,96	5,98	5,92	5,90*	5,92
„ „	Sommer	4,82	4,82	4,78*	4,81	4,83	4,80	4,79	4,83
„ „	Winter	7,13	7,11	7,14	7,15	7,18	7,10	7,07*	7,10

Auch diese Reihen ergaben zwei Maxima und zwei Minima der Temperaturschwankung wie bei Kew, jedoch sind in beiden Reihen die diesen entsprechenden Mondspunkte verschieden. —

Aus diesen Untersuchungen über den Einfluss des Mondes auf unsere Temperaturverhältnisse dürfte es schwer sein, sich eine Ansicht zu bilden, von deren Wahrheit man überzeugt wäre, obgleich allerdings einige Wärmewirkung vorhanden zu sein scheint. Indessen kommen wir wieder zu der Einsicht, dass wir es hier mit Grössen zu thun haben, die auch bei etwa 30jährigen Beobachtungen mit Gewissheit nicht nachgewiesen, geschweige denn der Grösse nach bestimmt werden können.

Ziehen wir aus allen Untersuchungen über den Einfluss des Mondes auf die Witterung, welche wir im Vorstehenden behandelt haben, das Facit, so lässt sich dieses in folgenden kurzen Sätzen zusammenfassen:

1) Der Luftdruck ist höher in der Erdferne, als in der Erdnähe, wahrscheinlich höher in den Quadraturen, als in den Syzygien, allein dieser Unterschied ist in Anbetracht der übrigen Luftdruckschwankungen so verschwindend klein, dass er durch obige Untersuchungen zahlenmässig nicht festgestellt werden konnte.

2) Das Dasein der durch den Mond hervorgebrachten atmosphärischen Ebbe und Fluth ist nicht zu leugnen, indessen lässt sich dieselbe nur in niederen Breiten mit Bestimmtheit nachweisen, und es beträgt hier ihre Grösse kaum $0{,}1^{mm}$.

3) Die Regencurve steigt im Allgemeinen im ersten Viertel und 2. Oktanten nach dem Vollmond hin, erreicht hier ein Maximum und fällt dann verhältnissmässig rasch gegen das letzte Viertel hin. Im Perigäum ist, entsprechend der grösseren Luftdruckschwankung, die Regenhäufigkeit grösser als im Apogäum. Jedoch auch hier ist der Betrag des Mondseinflusses sehr gering und kann ziffermässig noch nicht genau angegeben werden.

4) Die nördlichen und nordöstlichen Winde sind am häufigsten in der Nähe des letzten Viertels, am seltensten beim ersten Viertel, gerade umgekehrt die südwestlichen Winde. Eine genaue Feststellung ist auch hier noch nicht möglich.

5) Die Untersuchungen über Bewölkung, Gewitter und Temperatur geben kein einigermassen bestimmtes Endergeb-

niss, vielmehr sind die Resultate der einzelnen Untersuchungen unter sich vielfach im Widerspruch.

6) Es ist nach dem jetzigen Stande der Mondmeteorologie durchaus verfehlt und jeder Wissenschaftlichkeit widersprechend, auf Mondeinflüsse Wetterprognosen zu gründen und ist ein solches Vorgehen den astrologischen Bestrebungen fast gleich zu achten. Ferner ist es unwahrscheinlich, dass in Zukunft vom Monde abgeleitete Anhaltspunkte für eine brauchbare Wetterprognose aufgefunden werden, obgleich nicht absolut unmöglich, da nicht alle möglichen Beziehungen untersucht und ausserdem die Untersuchungsmethoden vielfach mangelhaft sind.

7) Trotz des verschwindend kleinen Einflusses des Mondes auf die Witterung erscheint es im Interesse der Wissenschaft wichtig, die Grösse dieses Einflusses durch weitere räumlich und zeitlich ausgedehntere Untersuchungen zu bestimmen. — Als eine sehr interessante Arbeit bezeichnen wir die Untersuchung der möglichen Beziehungen des Mondes zu den grossen barometrischen Maxima und Minima, von denen wir unten im II. Theil noch weiter zu sprechen haben. —

Gewiss würde ich bei diesem Gegenstande so lange nicht verweilt haben, wenn es sich nur darum gehandelt hätte, historisch die Ansichten und Meinungen über den Mondeinfluss und die Verwerthung derselben für die ausübende Witterungskunde zu verfolgen, aber es galt hier, den Sachverhalt möglichst klar darzulegen, um Irrthümer zu beseitigen, oder doch wenigstens zu beschränken, die sich bis zur Jetztzeit nicht allein beim gewöhnlichen Volke, sondern auch bei der überwiegenden Majorität der Gebildeten erhalten haben, Irrthümer, die noch in unseren Tagen, mit scheinbar wissenschaftlichem Gewande angethan, sich häufig breit machen und unter der Vorgabe „wichtiger Entdeckungen“ und „verblüffender Erfolge“ bald zum Zwecke des Gelderwerbes, bald in uneigennützigem Fanatismus gepflegt werden. Lange noch wird der Mond bei einer grossen Anzahl Gebildeter die Rolle des Wettermachers spielen müssen, aber ausserordentlich ferne wird die Zeit sein, ehe der Ausspruch des alten Lichtenberg beim Volke ausser Kraft tritt:

„Der Mond sollte zwar keinen Einfluss auf das Wetter haben, er hat aber einen.“

IV. Einfluss der Kometen auf die Witterung.

Die ungewöhnliche Erscheinung und das wunderbare Aussehen der Kometen waren von jeher Gegenstand der Besorgniss und des Schreckens, indem man sie für ausserordentliche Vorboten des Zornes des Himmels hielt, die den Menschen Krieg, Misswachs, Hungersnoth, Pest und allerlei Uebel brachten.

Die Alten, welche die Bahnen der Kometen nicht auffinden konnten, also keine Ahnung davon hatten, dass dieselben nach einfachen Gesetzen die Sonne umkreisten, mussten sich damit begnügen, ihre Ansichten über die Entstehung, das Wesen und die Bedeutung dieser Himmelskörper auszusprechen. Obgleich diese Ansichten für die Wissenschaft ganz werthlos sind, so haben sie doch jedenfalls ein grosses historisches Interesse, und wir wollen daher einige derselben hier wiedergeben.

Nach Plutarch[181]) hielten Anaxagoras und Demokrit die Kometen für die Conjunction zweier oder auch mehrerer Gestirne, die ihre Strahlen dadurch vereinigen; Aristoteles betrachtete sie als eine aus der trockenen Ausdünstung entstandene und entzündete Masse, Straton als ein von einer dichten Wolke umgebenes Sternenlicht, wie man es an den Laternen sieht, Heraklides aus Pontus als eine hochstehende, von hochstehendem Licht erleuchtete Wolke; Xenophanes erklärt dieselben aus Anhäufungen oder Bewegungen entzündeter Wolken.

Cicero, der doch sonst der Astrologie so entschieden entgegentrat, versichert uns, dass die Kometen sichere Vorboten des Krieges und der Bürgerzwiste seien.

Seneca widmet in seinen Naturbetrachtungen den Kometen ein ganzes Buch (VII), woraus wir hier folgendes anführen wollen: „Der Komet bedeutet durch seinen Aufgang nicht für den Augenblick Regen und Winde, wie Aristoteles sagt, sondern er lässt auf den ganzen Jahrgang nichts Gutes schliessen. Daraus ist klar, er habe die Vorbedeutung nicht aus den nächsten Umgebungen, um sie für das, was zunächst kommen sollte, zu geben, sondern es sei etwas tiefer Liegendes und in den Gesetzen der Welt Verschlossenes. So hat der Komet, der unter dem Consulate der Paterculus und Vopiscus erschien, dasjenige in Erfüllung gebracht, was von Aristoteles und Theophrastus als Vorbedeutung ausgesprochen worden ist: es waren nämlich aller Orten grosse und anhaltende

Stürme, und in Achaja und Macedonien sind Städte durch Erdbeben eingestürzt.

Nach Plinius[182]) ist der Komet „meistentheils ein unheildrohendes Gestirn, das sich nicht leicht durch Opfer und Gebete beschwichtigen lässt.“ — „Verehrt wird ein Komet nirgends in der ganzen Welt, ausser in einem einzigen Tempel zu Rom, und zwar weil er von dem vergötterten Augustus für eine sehr glückliche Erscheinung erklärt wurde.“

Flavius Josephus bemerkt in seiner Geschichte vom jüdischen Kriege (B. 6. C. 5): „Auf die sichtbaren Zeichen und Andeutungen der kommenden Verwüstung achteten sie nicht, noch glaubten sie daran; stand doch ein schwertähnliches Gestirn über der Stadt (Jerusalem) und ein Kometstern am Himmel ein ganzes Jahr.“

Die Vorurtheile blieben bis zur neueren Zeit. d'Alembert und Whiston führen in der Voraussetzung, dass der grosse Komet von 1680 eine Umlaufszeit von 575 Jahren habe, auf diesen die Sündfluth zurück (2916 J. v. Chr.), von da zwei Perioden vorwärts gelangt man zu der Ueberschwemmung des Ogyges (1767 v. Chr.), die dritte Erscheinung fällt in den trojanischen Krieg (c. 1192 v. Chr.) die vierte in die Zeit der Zerstörung Ninive's (617 v. Chr.), die fünfte auf das Todesjahr Cäsar's (43 v. Chr.), die sechste auf den Anfang der Regierung des grossen Gesetzgebers Justinian's I. (531 n. Chr.), die siebente auf den Anfang der Kreuzzüge (1106), die achte in die Zeit Newtons (1680). „Wenige Worte genügen“, bemerkt Littrow[183]), „diesen Tändeleien, denn anders sind sie nichts, ein Ende zu machen. Erst in unseren Tagen hat einer der geschicktesten deutschen Astronomen die sämmtlichen Beobachtungen des grossen Kometen von 1680 einer strengen und sehr genauen Rechnung unterworfen und gefunden, dass seine Umlaufszeit nicht 575, sondern volle 8800 Jahre beträgt. Mit dieser einzigen Bemerkung schwindet daher die Basis, auf der man das ganze luftige Gebäude errichtet hat, und mit ihr auch das Gebäude selbst.“

Schon von Alters her glaubte man, dass die Kometen in noch höherem Grade auf die Menschen, Thiere, Pflanzenwelt und auf die Witterungserscheinungen einwirken. Im Jahre 1829 behauptete Forster als Ergebniss eines voluminösen Werkes, dass es ganz gewiss sei, dass seit dem Anfange unserer Zeitrechnung die ungesundesten Zeiten auch immer zugleich die an Kometen reichsten gewesen sind, und dass die Erscheinung dieser stets von Erdbeben, vulkanischen Ausbrüchen und atmosphärischen Revo-

lutionen begleitet waren, während man in gesunden Zeiten nie einen grossen Kometen gesehen habe.

Was nun den Einfluss der Kometen auf die Witterungserscheinungen betrifft, so stellt Littrow für den Zeitraum von 153 Jahren diejenigen Jahrgänge zusammen, in welchen ein Komet erschien und in welchen der Sommer sehr warm und der Winter sehr kalt war. Das Resultat war folgendes:

Heiss. Sommer oder warm. Winter.	Kühl. Sommer oder strg. Winter.	Heiss. Sommer oder warm. Winter.	Kühl. Sommer oder strg. Winter.	Heiss. Sommer oder warm. Winter.	Kühl. Sommer oder strg. Winter.
1632	1665	1704	1699	1764	1766
1682	1680	1718	1706	1769	1771
1689	1683	1723	1718	1774	1784
1701	1684	1737	1729	1781	1785
1702	1695	1748	1744	1783	

Also in 15 Jahren brachten die Kometen grosse Wärme und in 14 grosse Kälte, mithin kein Resultat.

Pilgram giebt eine sehr weitläufige Untersuchung über den Einfluss der Kometen auf die Witterung [184]). Auf 1000 Jahre kamen nach Pilgram 295 Kometenjahre. In diesen waren:

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst
warm statt	19	3	33	3
thatsächlich	22	5	39	2
kalt statt	62	24	21	4
thatsächlich	60	25	31	3

Diesen Zahlen fügen wir das Endresultat bei, welches Littrow aus der Vergleichung 30jähriger Wiener Beobachtungen erhielt:

Man findet auf 10 heisse Jahre 30 Kometen
„ 10 kalte „ 27 „
„ 10 mittl. „ 17 „

Weiter untersuchte Pilgram den Einfluss der Kometen auf die übrigen Witterungsfactoren und andere Erscheinungen. Der Vollständigkeit wegen wollen wir auch diese Resultate wiedergeben.

	fcht. Wint.	f. Frühlg.	f. Somm.	f. Herbste	gr. Trockht.
A. Es kamen in 1000 Jahren:	110	59	102	67	127
B. Es hätten also in 295 Kometenjahren kommen sollen:	32	17	30	20	37
C. Es kamen aber:	41	23	48	22	51

	Jahre heftiger Winde.	Jahre heftiger Donnerwett.	Jahre starker Hagelwetter.	Jahre der Nordlichter.
A.	228	175	116	103
B.	67	51	34	30
C.	77	65	36	37

	Fruchtb. Jahr.	Unfruchtbare Jahre.	Gute Weinjahre.	Schlechte Weinjahre.
A.	46	271	66	163
B.	13	80	20	30
C.	20	105	27	34

	Epidemische Krankheiten.	Viehseuche.	Insekten.	Erdbeben.	Vesuv-ausbrüche.	Aetna-ausbrüche.
A.	247	48	46	242	48	68
B.	73	14	14	61	14	20
C.	101	22	21	91	15	13

Zu diesen Zahlen bemerkt Pilgram: „Wenn wir dieses Alles zusammennehmen, lässt sich zwar kaum leugnen, dass die Kometen nicht ohne alle Wirkung auf unsere Erde sind; dieselbe ist aber so gering, dass immer mehr Wahrscheinlichkeit für das Mittelmässige oder Gewöhnliche, als das Ausserordentliche übrig bleibt. Es lässt sich also aus dieser Erscheinung, für sich allein betrachtet, nicht auf das Künftige schliessen. Ich konnte mich daher nicht enthalten, über die Vorurtheile der Alten zu lachen, wodurch sie, was sich nur immer Widriges ereignete, den Kometen zuschrieben. Nicht nur alle Ausartungen der Witterung, sondern alle Unglücksfälle, welche ganze Länder betrafen, mussten Folgen der Kometen sein, selbst solche, deren lächerliche Folgerung Jedermann leicht hätte einsehen sollen. Denn, um viele andere zu übergehen, wie konnte wohl den guten Mönch Berthold, den man für den Erfinder des Schiesspulvers ausgiebt, auf die zufällige Erfindung desselben ein Komet verleitet haben! Und doch musste dieser bei Alsted ihm hierzu verhülflich gewesen sein und durch seinen feurigen Schwanz diese fürchterliche Vermischung in den Kopf gebracht haben."

Littrow ging die beiden letzten Jahrhunderte in Beziehung auf Nässe und Trockenheit durch und fand zwischen diesen und den Kometen nicht den geringsten Zusammenhang. „Aus diesen mühseligen Untersuchungen," schliesst Littrow, „folgt nur eben — dass nichts daraus folgt; wie denn alle solche Schlüsse jeder Begründung entbehren, da die Anzahl der registrirten Kometen von Nebenumständen aller Art: günstiger Witterung, Güte der Fernröhre, ja vor Allem davon abhängt, ob die Herren Kometenjäger eben guter Laune sind."

V. Einfluss der Meteorite auf die Witterung.

Zu dieser Klasse von Erscheinungen gehören die Sternschnuppen und Feuerkugeln, welche als sternähnlich leuchtende Körper von verschiedener Grösse und Lichtstärke in geringer Entfernung von der Erde mit sehr erheblicher Geschwindigkeit sich fortbewegen. Viele Beobachtungen und Untersuchungen machen es wahrscheinlich, dass die Meteorite planetenartige Körper sind, welche nach dem Attractionsgesetze sich in einer bestimmten Bahn um die Sonne bewegen, und dabei zeitweise die Erdbahn streifen. Ein solches Zusammentreffen mit der Erdbahn geschieht vom 10. bis 12. August und vom 11. bis 14. November, indessen ist in diesen Perioden die Häufigkeit der Sternschnuppen sehr verschieden und scheint einer gewissen Regelmässigkeit unterworfen zu sein. Olbers ermittelte für die Novemberperiode eine Dauer von 34 Jahren.

Auch diese Erscheinungen sind häufiger mit Witterungsvorgängen in Zusammenhang gebracht worden.

Ueber das Wesen der Sternschnuppen behauptet Anaxagoras, dass sie Körper seien, welche wie Funken aus dem Aether hervorschiessen und dieses sei die Ursache, warum sie sogleich erlöschen [185]; Metrodos lässt die Sonne bei einem gewaltigen Anstoss auf die Wolken Funken geben. Seneca meint [186], dass solche Feuererscheinungen durch Reibung der Luft entstehen, ebenso wie die Blitze, und da es hierzu keiner grossen Bewegung der Luft bedürfe, so kämen Sternschnuppen in jeder Nacht vor. Er bemerkt, dass die Schiffer es für ein Anzeichen des Sturmes halten, wenn viele Sternschnuppen fallen. „Wir haben um die Zeit, als der vergötterte Augustus starb, eine ähnliche wunderbare Erscheinung gesehen (eine Flamme in Form eines grossen Balles, welche mitten in der Luft zerfloss), ebenso als dem Sejanus der Prozess gemacht wurde, und auch des Germanicus Tod war nicht ohne solches Anzeichen.“

Von Wichtigkeit erscheint uns eine Ansicht, welche der neueren Zeit angehört und von A. Erman ausgesprochen und nachher von St. Claire Deville in mehreren Schriften (in Comptes Rendus) weiter ausgeführt wurde [187], nach welcher sowohl die August-Asteroiden als auch diejenigen des Novembers beim Durchgange der Erde durch ihren zweiten Knoten um die Zeit des 7. Februar und 11. Mai in Conjunction mit der Sonne treten und hierdurch der Sonne einen Theil ihrer wärmenden Strahlen entziehen und eine merkliche Abkühlung an diesen Tagen stattfinden solle. Zum Beweise seiner Behauptung benutzt Erman die langjährigen Beobach-

tungen an den Stationen Stockholm (50 J.), Karlsruhe (25 J.), Königsberg (24 J.), Paris (21 J.), London (16 J.), Zwanenburg (20 J.), Wien (24 J.), St. Gotthard (10 J.). Aus allen diesen Beobachtungen ergeben sich für die mittleren Jahre 1803 und 1799 folgende Zuwächse der Pentaden (— bedeutet Abnahme) für Januar und Februar:

Mittl. Pent. Tag.	1803.	1799.	Mittl. Pent. Tag.	1803.	1799.	Mittl. Pent. Tag.	1803.	1799.
Jan. 13, 18	+ 0,541	— 0,001	Febr. 2	+ 0,701	+ 0,279	Febr. 22	+ 0,012	+ 1,014
„ 23	— 0,163	+ 0,156	„ 7	+ 0,057	+ 0,151	„ 27	+ 0,392	+ 0,626
„ 28	+ 0,690	+ 0,430	„ 12	— 0,035	+ 0,142	März 4	+ 0,283	+ 0,180
„			„ 17	+ 0,138	+ 0,062			

Hieraus folgert Erman, dass 1) vom 7. bis 12. Februar eine ganz unvermuthete Temperaturabnahme, 2) innerhalb der nächst vorangehenden und nächst folgenden 5 Tage eine Schwankung des normalen Temperaturzuwachses und endlich 3) zwischen dem 17. und 22. Febr. eine ebenso auffallende Verstärkung des normalen Temperaturzuwachses erfolgt.

Diese Abnahme oder Schwächung der Wärme zu Anfang Februar (bis zum 12.) erwähnt bereits Brandes, ohne hieran die Vermuthung einer kosmischen Einwirkung zu knüpfen [188]).

In gleicher Weise erhielt Erman mit Hinzufügung der Stationen Frankfurt (10 J.), St. Petersburg (9 J.) und Weglassung von St. Gotthard folgende Werthe:

Mittl. Pent. Tag.	1803.	1797.	Mittl. Pent. Tag.	1803.	1797.	Mittl. Pent. Tag.	1803.	1797.
April 18	+ 1,349	+ 1,251	Mai 3	+ 0,905	+ 0,886	Mai 23, 28	+ 0,335	+ 0,324
„ 23	+ 0,810	+ 0,824	„ 8	+ 0,128	+ 0,365	Juni 2	+ 0,817	+ 0,878
„ 28	+ 1,241	+ 1,177	„ 13	+ 1,306	+ 1,023	„ 7	+ 0,901	+ 0,858
			„ 18	+ 0,624	+ 0,616			

Hieraus zog Erman folgende beiden Schlüsse: 1) Es findet vom 8. bis 13. Mai ein anomal geschwächter, und vom 13. bis 18. Mai ein anomal verstärkter Temperaturzuwachs statt, und 2) die zuerst genannte Schwächung des 5tägigen Zuwachses hat ihren Grund in einer Abnahme der Temperatur während eines oder mehrerer 1tägiger Intervalle.

Hellmann [189]) hebt für Breslau folgende Anomalien in der jährlichen Temperaturperiode hervor, wobei der nebenstehende Bruch

die Wahrscheinlichkeit eines Rückfalls ausdrückt. Zu den Kälterückfällen wurden auch diejenigen Fälle gerechnet, in welchen die Temperatur der betreffenden Pentade gleich derjenigen der vorhergehenden war.

Kälterückfälle:						Wärmerückfälle:		
Januar	16—30	0,54	Juni	15—19	0,57	Aug.	14—18	0,48
Febr.	5—14	0,55	Juli	10—14	0,52	Sept.	23–Okt. 2	0,41
März	12—16	0,50	Juli	25—29	0,53	Dec.	27–Jan. 5	0,44
Mai	11—15	0,47						

In der That finden wir hier Kälterückfälle in Uebereinstimmung mit Erman Anfangs Februar, und ebenso zu Anfang der 2. Dekade des Mai.

Mädler fand diese Kälterückfälle im Mai durch 86jährige Berliner Beobachtungen bestätigt, führt indessen diese merkwürdige Erscheinung auf das Schmelzen des Eises im nordöstlichen Europa zurück [190]).

Namentlich waren es die Kälterückfälle im Mai, denen man schon von Alters her eine besondere Aufmerksamkeit zuwandte, viel mehr als den übrigen Temperaturanomalien in der jährlichen Periode. Diese Thatsache hat hauptsächlich darin ihren Grund, dass die Kälterückfälle im Mai nicht selten für die in der ersten Entwickelung befindliche Vegetation, zumal wenn diese durch eine warme Zeitepoche gefördert wurde, höchst verderblich sind, während die übrigen Kälterückfälle für die Pflanzenwelt selten schlimme Folgen haben. Den ersten Tagen der zweiten Mai-Dekade sieht der Landmann mit banger Sorge entgegen, und sie bezeichnet der Volksmund mit dem Ausdrucke „gestrenge Herren“ oder „Eisheiligen“, indem sich diese Tage im Norden an die Heiligen: Mamertus, Pancratius und Servatius (10., 11., 12. Mai), im Süden an Pancratius, Servatius und Bonifacius (11., 12., 13.) knüpfen. In Frankreich sind diese Tage unter der Bezeichnung „les trois saints de glace“ bekannt [191]).

Der Erste nach Erman und Mädler, welcher die Kälterückfälle im Mai zum Gegenstande eingehender Studien machte, war Dove [192]). In einer Abhandlung über die Kälterückfälle des Mai zeigte er an der Hand eines umfassenden Materials, dass die Kälterückfälle durchschnittlich auf die oben angegebenen Tage fallen, dass jede der Erde äussere, periodisch wiederkehrende Ursache ausgeschlossen sei, dass sie in Begleitung von nördlichen Winden auftreten und dass denselben stets eine rasche locale Erwärmung, also

eine Störung des thermischen Gleichgewichtes vorausgegangen sein müsse. Allein wie diese Störung im Gleichgewichte der Wärme ausgeglichen und wie hieraus die Nachtfröste resultiren, darüber werden wir aus den Dove'schen Darlegungen nicht klar, und es war auch wohl nicht möglich, nach den Dove'schen Anschauungen über allgemeine atmosphärische Bewegungen mehr Klarheit in diese Sache zu bringen.

Durch die Anwendung und weitere Ausbildung des barischen Windgesetzes wurden unsere Kenntnisse über atmosphärische Vorgänge wesentlich bereichert und unsere Vorstellungen über atmosphärische Zustände fast von Grund aus geändert, so dass es uns jetzt nicht mehr schwer fällt, in der ursächlicheu Erkenntniss dieses früher so räthselhaften Phänomens einen Schritt weiter zu thun. In neuerer Zeit sind über diesen Gegenstand zwei Arbeiten erschienen, welche umsomehr unser Interesse verdienen, als in beiden auf verschiedenen Wegen und unabhängig von einander nahezu dasselbe Resultat erhalten wurde. Die eine wurde von Assmann in der Magdeburgischen Zeitung [193]) veröffentlicht, die andere von v. Bezold in den Abhandlungen der Bayerischen Akademie [194]).

Da hauptsächlich nördliche Winde am geeignetsten sind, eine Temperaturerniedrigung hervorzubringen, und die Windverhältnisse überhaupt von der Luftdruckvertheilung abhängen, so lag die Schlussfolgerung sehr nahe, dass die Kälterückfälle sich auch in dem Gange der Luftdruckvertheilung aussprechen müssen. Schon wiederholt wurde früher in einzelnen Fällen auf diese Beziehung hingewiesen, allein zuerst allgemein den direkten Nachweis für das Zustandekommen der Kälterückfälle aus der Druckvertheilung gegeben zu haben, ist unstreitig das Verdienst Assmann's. Hierzu benutzte Assmann die täglichen Wetterkarten der Seewarte von 1877 bis 1881 und zeigte, dass infolge der Druckvertheilung und ihrer Aenderung (der Fortbewegung eines barometrischen Maximums aus Nordwest nach Südost) der kalte nördliche Luftstrom etwa am Schlusse der ersten Dekade beginnt, am 10. und 11. die grösste Intensität und Ausbreitung für unsere Gegenden erreicht, der Kälterückschlag von Norden nach Süden sich fortpflanzt und mit Eintritt westlicher Winde (auf der Rückseite des barometrischen Maximums), das Phänomen sein Ende erreicht. Beiläufig erwähne ich noch eine Zusammenstellung Assmann's für Magdeburg aus den Beobachtungen von 1825 bis 1881, wie sich die Nachtfröste, in Procenten ausgedrückt, auf die einzelnen Pen-

taden des Mai vertheilen: vom 1.—5. = 23 %, vom 6.—10. = 25 %, vom 11.—15. = 27 %, vom 16.—20. = 15 %, vom 21.—25. = 5 %, vom 26.—31. = 3 %, also Zunahme der Wahrscheinlichkeit der Nachtfröste bis nahe zur Mitte des Monats, dann rasche Abnahme.

Unter Anwendung einer von Wild gefundenen empirischen Regel[195]), „dass die Isobaren in ihren Hauptzügen mit den Temperatur-Isonomalen übereinstimmen und sich auch annähernd mit ihnen decken, wenn man sie in südöstlicher Richtung mehr oder weniger verschoben denkt“, schlug v. Bezold einen andern Weg der Untersuchung ein, berechnete aus langjährigen Beobachtungsreihen, wozu insbesondere die reichhaltigen Publikationen von Dove und Jelinek gehören, die Pentadenmittel, verglich diese mit den Normaltemperaturen der betreffenden Breitegrade und leitete hieraus den wahrscheinlichen Verlauf der Isobaren ab. Das Resultat war, dass die mittleren Isobaren für die III. Pentade des Mai's gerade jenen charakteristischen Verlauf zeigten, wie wir ihn oben angedeutet haben.

VI. Einfluss der Sonnenflecken auf die Witterung.

Es bleibt noch ein kosmischer Einfluss zu betrachten übrig, welcher in der neuesten Zeit zu Wettervorhersagungen verwerthet wurde und über dessen Existenz und Grösse sich die ausübende Witterungskunde klar werden muss, nämlich der Einfluss der Sonnenflecken auf das Wetter. Kein geringerer als Lockyer war es, der durch seine astronomischen Arbeiten sich einen glänzenden Namen erworben hat, welcher gestützt auf die Arbeiten Meldrum's behauptete, die Meteorologen hätten alle sich bisher im Dunklen bewegt und sich hartnäckig von dem einzigen Auswege abgewendet, der sie in's helle Tageslicht geführt haben würde. Das Beste, was man thun könne, sei, die Arbeiten der Meteorologen des letzten Jahrhunderts der Vergessenheit anheimzugeben. Die Aufgabe der „Meteorologie der Zukunft“ sei die Auffindung eines die gesammte Meteorologie beherrschenden Cyclus oder „Saros“, wie er in der 11jährigen Periode der Sonnenflecken gegeben sei[196]). Schon aus diesem Grunde scheint eine möglichst klare Darlegung der wahren Sachlage geboten, um so mehr als in neuester Zeit sich Bestrebungen geltend machen, auf Grundlage des Sonnenfleckeneinflusses tägliche Wetterprognosen aufzustellen. So bringt z. B. ein gewisser A. L.

Fischer in der Thüringer (Erfurter) Zeitung (Nov. 1884) seine Sonnenfleckenbeobachtungen mit Stürmen, Sturmfluthen, Schiffbrüchen, Cholera etc. zusammen und verfehlt nicht, aus der Fleckenbewegung auf die Bewegungen im Luftmeer zu schliessen.

Wenn man die Sonne durch ein mit gefärbtem Glase geschütztes Fernrohr betrachtet, so sieht man auf der hellen Scheibe fast stets dunkle Flecken von verschiedener Grösse und Gestalt, theils einzeln, theils gruppenweise auftretend. Indessen bemerkt man diese Flecken weder in der äquatorialen Zone noch in den Polargegenden, sondern am häufigsten zwischen 10—15° der nördlichen Sonnenhemisphäre. Verfolgt man nun diese Flecken längere Zeit, so bemerkt man, dass dieselben am östlichen Rande der Sonnenscheibe zuerst eintreten, westwärts fortschreiten und etwa am 13. Tag am Westrande verschwinden, um dann nach ebenso langer Zeit am Ostrande sich wieder zu zeigen. Offenbar gehören diese Flecken der Sonne selbst an, und ihre Bewegung erfolgt gleichzeitig mit der Umdrehung der Sonne um ihre Axe. Die Sonnenflecken haben zuweilen eine ausserordentliche Ausdehnung und nehmen viele tausend Quadratmeilen ein.

Ueber das Wesen der Sonnenflecken sind die Astronomen noch nicht einig.

Von den älteren Ansichten erwähne ich nur diejenige des älteren Herschel[197]), wonach die dunkle Sonnenkugel von 3 Kugelschalen eingehüllt ist; die äussere bildet die Photosphäre oder die Lichthülle, welche die zweite sehr elastische und transparente Hülle einschliesst, während die dritte, innerste, wolkenartig und dunkel ist. Die äusserste Schichte ist grossen Störungen ausgesetzt, welche sich der zweiten und dritten Schichte mittheilen und daher entstehen manchmal Höhlen und Risse, wodurch die innerste Schichte durchbricht.

Dieser jetzt verlassenen Ansicht, welche insbesondere von Kirchhoff angegriffen wurde, stellen wir die Hypothese Zöllners gegenüber, wonach die Sonnenflecken ungeheure Schlackenmassen sind, welche auf der feuerigflüssigen Sonnenoberfläche schwimmen. In den über der Schlackenmasse befindlichen Theilen der Sonnenatmosphäre müssen sich aber wegen der geringen Strahlung an dieser Stelle wolkenartige Condensationsprodukte bilden, durch welche hindurch die Schlackeninsel als Kernfleck erscheint, während die Wolkenwände die Penumbra bilden.

Schon vor Erfindung des Fernrohrs sind diese Flecken öfters

mit freiem Auge gesehen worden; so z. B. in Europa 45 v. Chr., dann n. Chr. 626, 807, 840, 1096, 1588, 1607. Ein Annalenschreiber des Mittelalters bemerkt, dass im Jahre 807 der Mercur als dunkler Punkt an der Sonne vorübergegangen und dieser 8 Tage lang gesehen worden sei. Da der Vorübergang des Mercur mit blossem Auge nicht sichtbar ist, und der Vorübergang auch nicht 8 Tage sichtbar sein kann, so haben wir es hier jedenfalls mit der Beobachtung eines Sonnenfleckens zu thun. Denselben Irrthum beging im 12. Jahrhundert der Arzt Averroes in Cordova, indem er einen mit freiem Auge beobachteten Sonnenflecken für den Planeten Mercur hielt.

Bald nach Erfindung des Fernrohrs entdeckte der Engländer Harriot am 18. December 1610 die Sonnenflecken und führte hierüber, vom December 1610 anfangend, ein Tagebuch[198]).

Die erste Schrift über die Sonnenflecken erschien 1611 von Johann Fabricius[199]). Beinahe gleichzeitig mit Fabricius bemerkten der Jesuit Christoph Scheiner aus Schwaben und Galilei die Sonnenflecken, welche beide später über die Priorität der Entdeckung in einen Streit geriethen. Scheiner sah 1611 im März die ersten Sonnenflecken; vom 21. Oktober an begann er regelmässig zu beobachten[200]). Als Scheiner seine Entdeckungen mitzutheilen wagen wollte, gab ihm der Peripatetiker Busaeus den Rath: „Von solchen Dingen habe ich nichts in meinem Aristoteles gelesen; das sind blosse Einbildungen oder Fehler deines Auges, oder auch deiner Gläser, mein Sohn, und du wirst besser thun, diese Sachen bei dir zu behalten“ [201]).

Konnte man auch über das Wesen der Sonnenflecken nichts Bestimmtes feststellen, so gelang es, allerdings erst um die Mitte unseres Jahrhunderts, eine Periode der Fleckenhäufigkeit zu entdecken, wonach die Flecken der Anzahl und Grösse nach in einem Zeitraume von etwas mehr als 11 Jahren (11,11. J.) regelmässig zu- und abnehmen. Da es zweifellos feststeht, dass die Sonne in erster Linie die Ursache aller meteorologischen Erscheinungen ist, so muss auch die Vermuthung als sehr naheliegend und gerechtfertigt erscheinen, dass die einer so ausserordentlichen Mannigfaltigkeit der Veränderungen unterworfenen Sonnenflecken einen bemerkbaren Einfluss auf unsere Witterungserscheinungen ausüben, und sich auch 11jährige Perioden der Witterungserscheinungen herausstellen müssten. Allein die Untersuchungen, welche diese Perioden feststellen sollten, und deren Resultate wir in Nachstehendem mittheilen, wurden durch verschiedene

Umstände nicht unerheblich erschwert. Zunächst ist nach den Untersuchungen von R. Wolf[202]) die Curve der Sonnenfleckenhäufigkeit keine ganz regelmässig steigende und fallende, sondern meist rasch zunehmend, dann allmählich abfallend, ferner ist die Dauer der Fleckenperiode keine constante, sondern eine ausserordentlich veränderliche, und endlich ist es zunächst noch zweifelhaft, ob der Einfluss der Sonnenflecken auf die Witterung, wenn er überhaupt bestehen sollte, mit den Aenderungen der Fleckenhäufigkeit gleichen Schritt halte, oder, ähnlich wie bei dem Gange der Temperatur in der jährlichen Periode, den Wirkungen der Sonne erst nachfolge, ein Umstand, worauf meines Wissens Köppen zuerst aufmerksam gemacht hat[203]). Diese Umstände konnten nur nach und nach erkannt und bei der Methode der Untersuchung gehörig berücksichtigt werden, und so kommt es denn, dass die ersten Arbeiten über den Einfluss der Sonnenflecken auf Witterungserscheinungen wegen der ungenügenden Untersuchungsmethode von vorne herein keine Aussicht auf befriedigende Resultate hatten. Bei dieser Art der Untersuchung handelt es sich vor Allem um die Art und Weise, wie die Beobachtungen gruppirt werden, hiervon ist der Erfolg der ganzen Untersuchung mehr oder weniger abhängig. Hahn unterscheidet folgende 5 verschiedene Methoden, welche zur Anwendung gebracht werden können[204]):

1) Die direkte Vergleichung der Maximal- mit den Minimaljahren. Diese Methode setzt voraus, dass die irdischen Erscheinungen mit der Fleckenperiode gleiche Wendepunkte haben; dieses ist nachweislich nicht der Fall; denn zuweilen eilt die irdische Curve voraus, aber meistens bleibt sie zurück.

2) Berechnung 3jähriger Durchschnittswerthe, so dass die Maximal- und Minimaljahre in der Mitte liegen. Diese Methode ist schon empfehlenswerther, allein dieselbe trägt der Verspätung der irdischen Curve keine Rechnung, und die zwischen den Wendepunkten liegenden Jahre finden keine Berücksichtigung.

3) Gruppenbildung von je 5 Jahren um die Wendepunkte, so dass der geringe weggelassene Zeitraum fast nicht in's Gewicht fällt.

4) Sonderung der Jahre in solche, deren Fleckenrelativzahlen und deren meteorologische Erscheinungen excessiv hervortreten.

5) Vergleichung der aufsteigenden Curve der Fleckenhäufigkeit mit der absteigenden.

Rationeller erscheint uns indessen die direkte Vergleichung der Curven, wie sie von Köppen und Anderen angewandt wurde.

Ehe ich den Einfluss der Sonnenflecken auf die einzelnen meteorologischen Elemente bespreche, dürfte es sich empfehlen, eine Tabelle über die Wendepunkte der Sonnenfleckenhäufigkeit von 1610 an nach Wolf's astronomischen Mittheilungen sowie Wolf's Relativzahlen von 1700 an voranzuschicken.

Max.	Minimum.	Max.	Minimum.	Max.	Minimum.	Max.	Minimum.
1615,5	1610,8	1685,0	1679,5	1750,3	1745,0	1804,2	1810,6
1626,0	1619,0	1693,0	1689,5	1761,5	1755,2	1816,4	1823,3
1639,5	1634,0	1705,5	1698,0	1769,7	1766,5	1829,9	1833,9
1649,0	1645,0	1718,2	1712,0	1778,4	1775,5	1837,2	1843,5
1660,0	1655,0	1727,5	1723,5	1788,1	1784,7	1848,1	1856,0
1675,0	1666,0	1738,7	1734,0		1798,3	1860,1	1867,2
						1870,6	1878?

Wolf's Relativzahlen der Sonnenflecken.

(Die mit ? bezeichneten Zahlen sind besonders unzuverlässig, die mit . bezeichneten besonders zuverlässig.

1700	5,0?	1730	40,0?	1760	48,9.	1790	84,4	1820	15,0.	1850	66,5.	1880	32,3
01	10,0?	31	25,0?	61	75,0.	91	53,4	21	6,1.	51	64,5.	81	54,2
02	15,0?	32	10,0?	62	50,6.	92	47,5?	22	4,0.	52	54,2.	82	59,6
03	21,0	33	5,0*?	63	37,4.	93	40,2?	23	1,8*.	53	39,0.	83	63,7
04	31,0	34	15,0?	64	34,5.	94	34,3	24	8,6.	54	20,6.	84	?
05	48,0.	35	30,0?	·65	23,0.	95	22,3	25	15,6.	55	6,7.		
06	25,8	36	58,0?	66	17,5*	96	15,1	26	36,0.	56	4,3.		
07	18,8	37	66,0	67	33,6	97	7,8	27	49,4.	57	22,8.		
08	9,7	38	85,0?	68	52,5	98	4,4*	28	62,5.	58	54,8.		
09	7,1.	39	78,5	69	108,3	99	10,2.	29	67,8.	59	93,8.		
1710	2,5?	1740	60,0?	1770	79,4.	1800	18,5	1830	70,7.	1860	95,7.		
11	0,0	41	35,0?	71	73,2.	01	38,6	31	47,8.	61	77,2.		
12	0,0*	42	18,3	72	49,2	02	57,8	32	27,5.	62	59,1.		
13	2,2	43	14,6	73	39,8	03	65,0	33	8,5*.	63	44,0.		
14	9,6	44	5,0?	74	47,6?	04	75,0	34	13,2.	64	46,9.		
15	24,7	45	10,0*?	75	27,5*	05	50,0	35	56,9.	65	30,5.		
16	39,9.	46	20,0?	76	35,2	06	25,0	36	121,8.	66	16,3.		
17	52,3	47	35,0?	77	63,0	07	15,0	37	138,2.	67	7,3*.		
18	50,0?	48	50,0?	78	94,8	08	7,2	38	103,2.	68	37,3.		
19	34,0?	49	63,8?	79	90,2	09	3,4	39	85,8.	69	73,9.		
1720	25,3	1750	68,2	1780	72,6	1810	0,0*.	1840	63,2.	1870	139,1.		
21	28,8	51	40,9.	81	67,7	11	1,2.	41	36,8.	71	111,2.		
22	20,0	52	82,2.	82	33,2	12	5,4.	42	24,2.	72	101,7.		
23	10,0*?	53	23,1	83	22,5	13	13,7.	43	10,6*.	73	66,3.		
24	19,4	54	16,4	84	5,0*	14	20,0?	44	15,0.	74	44,6.		
25	34,5	55	7,3*	85	21,2	15	35,0?	45	40,1.	75	17,1.		
26	64,0	56	10,9	86	86,6	16	45,5.	46	61,5.	76	11,3		
27	90,0	57	35,0	87	104,8	17	43,5.	47	98,5.	77	12,3		
28	80,0?	58	55,2	88	107,8	18	34,1.	48	124,3.	78	3,4*		
29	60,0?	59	48,6	89	110,7	19	24,2.	49	95,9.	79	6,0		

a) Einfluss der Sonnenflecken auf die Temperatur.

Nicht lange nach Entdeckung der Sonnenflecken glaubte man einen Einfluss derselben auf die Temperatur unserer Atmosphäre zu erkennen. Batista Baliani bemerkt in einem Briefe an Galilei, dass die Sonnenflecken erkaltende Potenzen seien[205]). Ebenso wurde von dem Jesuitenpater Riccioli die Bemerkung gemacht, dass mit der Verminderung der Sonnenflecken eine Erhöhung der Temperatur verbunden sei, indem er sich auf den warmen fleckenarmen September 1632 und auf den kühlen fleckenreichen Juni 1642 bezieht[206]). Dieser Ansicht war auch Athanasius Kircher; dagegen behauptet Millier Dechales auf Grund eigener Wahrnehmungen, dass die beiden vorhergehenden Meinungen auf Irrthum beruhen, indem die Sonnenflecken die Temperatur erhöhten[207]).

Der Erste, welcher über den Einfluss der Sonnenflecken eingehendere Untersuchungen machte, war William Herschel, welcher schon früher den Veränderungen der Sonnenphotosphäre Einflüsse auf die Temperatur der Atmosphäre zugeschrieben hatte[208]). Unbekannt mit der Periode der Sonnenflecken stellte er die Jahre, welche ihm als fleckenarme und als fleckenreiche bekannt geworden waren, den betreffenden Weizenpreisen für Windsor gegenüber, in der Annahme, dass diese ein Maass der Fruchtbarkeit und Wärme abgeben müssten. Er erhielt folgende Resultate[209]):

1) Fleckenarme Periode	1650—70	1676—84	1686—88	1695—1700	1710—13
2) Zunächst lieg. vergleichbare Periode	1671—96	1685—91	1668—91	1690—94 1700—04	1706—1709 1714—1717
3) Verhältn. d. Weizenpreise d. 1. u. 2. Per.	9 : 8	5 : 4	11 : 10	6 : 5 5 : 3	4 : 3 6 : 5

Hieraus schloss er, dass die Getreidepreise in fleckenreichen Jahren niedriger, in fleckenarmen dagegen höher waren und da die grössere Fruchtbarkeit einer höheren Wärme entspreche, so mussten die fleckenreichen Jahre auch die wärmeren, die fleckenarmen die kälteren sein. Herschel behauptet, dass die Flecken ein Zeichen der Gesundheit der Sonne, dagegen Fleckenlosigkeit ein solches der Krankheit sei, so dass im ersteren Falle eine Erhöhung, im zweiten eine Verminderung der Wärmestrahlung eintreten müsste.

Der Herschel'schen Ansicht stimmte im Allgemeinen Gruithuisen in München bei, indem er auf Grund seiner 36jährigen Erfahrungen behauptete[210]): „beständig schöne Witterung auf der

Erde entsteht, wenn auf der Sonne die veränderliche Witterung (Fleckenbildung) aufhört; grosse Flecken rufen bei uns veränderliche, lokal sehr verschiedene Witterung hervor; je mehr unbehofte Flecken sich häufen, desto weniger wird die Temperatur der Erdatmosphäre erhöht, da nur behofte grosse Flecken mehr Wärme verbreiten."

Flaugergues[211]) bringt den heissen August 1807 in Zusammenhang mit der Fleckenarmuth zu dieser Zeit, (im Gegensatze zu dem Astronomen Meech, welcher dieselbe der Anwesenheit mehrerer grosser Sonnenflecken zuschreibt) bemerkt aber später, dass in den kalten Jahren 1809 und 1810 fast keine Flecken vorhanden gewesen, und aus diesem Grunde entbehre auch der Versuch, die von den alten Schriftstellern mitgetheilte Trübung der Luft und Abkühlung beim Tode Cäsar's auf Sonnenflecken zurückzuführen, der Grundlage.

Das Auftreten der Sonnenflecken in einer bestimmten Zone der Sonne, sowie die in der Veränderlichkeit der Fixsterne begründeten Analogieschlüsse, mussten zu der Vermuthung führen, dass die physische Beschaffenheit der Sonnenoberfläche nicht überall dieselbe sei, und hieraus musste man ferner zu der Idee kommen, dass sich, entsprechend der Umdrehungszeit der Sonne, eine etwa 27 Tage umfassende Periode der Erwärmung herausstellen müsse. Diese Vermuthung wurde zuerst untersucht von Nervander in Helsingfors[212]). Seinen Untersuchungen legte er die Eisverhältnisse der Newa und benachbartcr Flüsse, dann die Beobachtungen von Paris (1816—1839) und Innsbruck (1777—1828) zu Grunde. Als Rotationszeit der Sonne nahm er die nach dem Berichte Arago's über die von Laugier gemachte Bestimmung zu 27,23 Tagen, welche Periode sehr nahe mit der tropischen und siderischen Umlaufszeit des Mondes (27,21 und 27,32 T.) zusammenfällt. Indem er bei jeder 4. Rotation und alle 7 Jahre einen Tag fortliess, erhielt er eine Rotationszeit von 27,2607 Tagen und fand einen Unterschied zwichen den Maxima und Minima für Paris = 0,604° und für Innsbruck 0,60°.

Buys Ballot wirft Nervander vor, er habe, „nicht bloss den Mond für die Sonne genommen, nebulam pro Junone, sondern auch dieses fehlgetroffen" [213]). Unter Zugrundelegung der Beobachtungsreihen von Harlem und Zwanenburg fand Buys Ballot als Rotationszeit 27,684 ± 0,005 Tage (wahre Rotationszeit = 25,78 ± 0,003 Tage) und für jeden der 7 Tage, während welcher die

wärmere Seite der Sonne unserer Erde zugewendet ist, etwa 0,7° Wärme mehr als in den 7 Tagen, an welchen die kältere Seite der Erde zugekehrt ist, woraus dann für die Wärmewirkung der wärmeren Seite ein jährlicher Ueberschuss über die kältere von etwa 68° folgt.

Später berechnete Buys Ballot auch die 21jährige Beobachtungsreihe von Danzig (1810—1830) und erhielt einen Ueberschuss von 163° oder im Mittel von nahezu 0,6°. Merkwürdig erscheint, dass die Monate Juni bis September ungünstig sind[214]).

Die Buys Ballot'schen Resultate gaben Lamont Veranlassung, die langjährigen Beobachtungen auf dem Hohenpeissenberg bis 1850 nach dieser Richtung zu untersuchen. Lamont änderte die von Buys Ballot angewendete Methode zweckmässig etwas ab und erhielt als Endresultat, „dass die Hohenpeissenberger Beobachtungen eine mit der Sonne übereinstimmende Periode in der atmosphärischen Temperatur nicht erkennen lassen[215]). Hierauf gab Buys Ballot eine Erwiderung, indem er durch etwas veränderte Rechnungsmethode, die allerdings ein dem Werthe nach etwas geringeres Resultat ergab, die Richtigkeit seiner Ansicht nachzuweisen suchte[216]).

Alfred Gautier in Genf[217]) untersuchte zuerst den Einfluss der Sonnenflecken auf die Temperatur durch Beobachtungen an mehreren Orten der Erde. Gautier vergleicht die Jahrestemperaturen in dem Zeitraume von 1827—1843 hauptsächlich für Paris, Genf und St. Bernhard mit den Sonnenfleckenbeobachtungen von Schwabe in Dessau, welcher vom 15. Januar 1826 bis 15. December 1868 mit ausserordentlicher Ausdauer die Sonnenoberfläche beobachtete und im Jahre 1843 eine Periode der Fleckenhäufigkeit auffand, so dass alle 5 Jahre nach dem Fleckenmaximum ein Fleckenminimum auftrete (also 10jährige Periode). Die Resultate Gautier's waren folgende:

Jahresgruppen.	Mittlere Anzahl der jährl. Beob.-Tge.	beobacht. Fleckengr.	fleckenlosen Tage.	Jährl. Mitteltemp. °C. Paris.	Genf.	Bernh.
1827—1831	251	185	1	10,71°	9,65°	—1,39°
1832—1835	263	85	81	11,06	10,11	—0,88
1836—1840	208	240	1	10,31	9,02	—1,22
1826 u. 41/43	298	81	62	11,24	9,21	—1,37

Diese Zahlen widersprechen der Ansicht Herschel's. Die Unterschiede sind in allen Monaten nach demselben Sinne, so dass den fleckenarmen Jahren eine höhere Jahrestemperatur zukommt,

als den fleckenreichen, indessen ist zu beachten, dass die Unterschiede gering sind, indem diese im Mittel für Paris etwa $^1/_2$, für Genf $^1/_3$ und für St. Bernhard $^1/_5$ ° betragen.

Aus Dove's Zusammenstellungen in den Untersuchungen über die nicht periodischen Aenderungen der Temperatur auf der Oberfläche der Erde benutzte Gautier 33 europäische Stationen und fand bei allen diesen (Reikiavig und Parma ausgenommen) einen Temperaturüberschuss für die fleckenarmen Jahre, welcher im Mittel 0,71 ° C. betrug. Auch die Vergleichung von 29 nordamerikanischen Stationen ergab das Resultat, dass 11 Stationen einen Unterschied von — 0,42 °, dagegen 18 einen solchen von + 0,39 ° ergaben; immerhin stimmte also eine grosse Anzahl Stationen nicht überein. Hiernach kam Gautier zu dem Resultate, dass wahrscheinlich Jahre mit einer grösseren Anzahl Flecken etwas kälter seien, als solche mit wenigen Flecken.

Diese Untersuchungen Gautier's veranlassten Henry zu Princeton (Verein. St.)[218]), den Unterschied der Wärmestrahlung der einzelnen Partien der Sonnenscheibe experimentell zu messen. Zu diesem Zwecke wurde mittelst eines Fernrohrs auf einem Schirm ein Sonnenbild projicirt und dieses durch eine thermoelektrische Säule einer thermischen Untersuchung unterworfen. Das Beobachtungsverfahren bestand darin, dass man z. B. erstlich einen hellen Theil des Sonnenbildes auf das Ende der Säule fallen liess, die Ablenkung der Galvanometernadel aufzeichnete und dann das Fernrohr ein wenig rückte um den dunklen Theil eines Flecks auf die Säule zu bringen, worauf die Ablenkung der Nadel wiederholt notirt wurde. Die zwölf am ersten Tage angestellten Beobachtungsreihen hatten alle, bis auf eine, dasselbe Resultat, nämlich dass der Fleck weniger Wärme aussendet, als die umgebenden Theile der hellen Scheibe.

Hiermit in Uebereinstimmung sind auch die von Secchi gemachten thermoskopischen Untersuchungen[219]).

Im November 1853 legte Carl Fritsch der Wiener Akademie eine Abhandlung vor, in welcher er die nahezu 11jährige Periode hoher positiver Abweichungen der Jahresmittel von den Normalwerthen für Prag darlegte. Zur weiteren Untersuchung benutzte er unter Zugrundelegung der 11 $^1/_9$ jährigen Periode die Beobachtungsreihen von Mailand (1764—1850), Wien (1775—1850), Kremsmünster (1768—1851), Hohenpeissenberg (1792—1850), Prag (1774—1851), Berlin (1719—1839), Petersburg (1744—1845)

und fand, dass mit der Zunahme der Sonnenflecken die Temperatur von ihrem Maximum an jährlich um 0,5 ° sinke, und mit der Fleckenabnahme jährlich um ebensoviel zunehme und dass diese Ab- und Zunahme der Mitteltemperatur einen Zeitraum von 11 Jahren umfasse[220]). Dabei zeigte sich eine seculäre Temperaturperiode, so dass die verschiedenen Beobachtungsreihen in je 20jährigen Mittelsummen regelmässig zu- und abnahmen, jedoch waren die Eintrittszeiten der Maxima sehr verschieden.

Die Abhandlung von Fritsch bewog Zimmermann, die Temperaturverhältnisse Hamburgs in Beziehung zu der Sonnenfleckenperiode zu untersuchen[221]), indem er in der Beobachtungsreihe von 1826—1855 einen successiven Rückgang der Temperatur bemerkte, insbesondere im Winter und Frühjahr. Er theilte die Beobachtungsreihe nach Schwabe in 5jährige Abschnitte, welche abwechselnd die fleckenreichen und fleckenarmen Perioden darstellten und gelangte zu folgendem Resultate:

Fleckenreiche Periode.	Temperatur.	Fleckenarme Periode.	Temperatur.
1807—1810	+8,51 °C.	1811—1815	+8,50 °C.
1816—1820	8,90	1821—1825	9,65
1826—1830	8,68	1831—1835	9,39
1836—1840	8,35	1841—1845	8,66
1846—1850	8,40	1851—1855	8,00
Mittel	8,57	Mittel	8,84

Bei Vergleichung der einzelnen Jahre von 1825—1850 findet Zimmermann, dass die Extreme der Sonnenfleckengruppen und der Lufttemperatur nicht in denselben Jahren auf gleiche Weise zusammentreffen und schliesst daraus, dass die Sonnenflecken nicht die einzige Ursache der Abnahme der Wärmemittel sein könnten, sondern dass andere noch unbekannte Ursachen die seculäre Temperaturabnahme bedingen müssten. Der weitere Versuch Zimmermann's, diese Wärmeabnahme aus der 19jährigen Mondsperiode zu erklären, hatte den gewünschten Erfolg nicht.

Im Jahre 1859 erhielt Wolf[222]) aus den Berliner Beobachtungen das merkwürdige Resultat, „dass sich im Allgemeinen eher ein minimaler Wärmeüberschuss für die fleckenarmen Jahre ergebe, aber eigentlich in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts, entsprechend Herschel, die fleckenreichen, und dagegen in der ersten Hälfte des gegenwärtigen Jahrhunderts, entsprechend Gautier, die fleckenarmen Jahre wärmer gewesen seien". Dabei sprach Wolf „als Schlussresultat den nicht gerade zu weiteren Unter-

suchungen dieser Art ermuthigenden Satz aus: „Zwischen den Erdtemperaturen und dem Fleckenstande der Sonne besteht entweder gar keine Beziehung, oder dann ist wenigstens der Einfluss so gering, dass er sich in den mittleren Jahrestemperaturen nicht zu zeigen vermag, und dass namentlich keine Rede davon sein kann, die sich im Erdmagnetismus wirklich zeigende Correspondenz mit den Sonnenflecken durch Temperaturverhältnisse zu erklären". Diese Ansicht wurde von Wolf später wieder bedeutend modificirt, nachdem eine Reihe von bedeutsamen Arbeiten über diesen Gegenstand erschienen waren.

Im Jahre 1870 veröffentlichte[223]) Piazzi Smith die Resultate seiner in Tiefen von 7,8, 1,2 und 0,9^{m} angestellten Erdtemperaturbeobachtungen zu Edinburgh von 1837—1876, worin derselbe Erdtemperaturmaxima entsprechend der Lufttemperatur in den Jahren 1846,$_5$, 1858,$_0$ und 1868,$_7$, also zu Zeiten kurz nach den Fleckenminima nachwies, und zeigte, dass die Jahre mit den höheren Temperaturen den strengsten Wintern folgten. Dabei ist Smith der Ansicht, dass der Zusammenhang der Erdtemperatur mit den Sonnenflecken nur ein mittelbarer wäre.

Eine weitere Untersuchung publicirte[224]) etwas später E. J. Stone, welcher eine langjährige Beobachtungsreihe (1841—1870) am Cap der guten Hoffnung zu Grunde legte. Es ergaben sich:

Temperatur-Maxima	1844	1856	1866	Temperatur-Minima	1849	1859	1869
Flecken-Minima	1844	1856	1867	Flecken-Maxima	1848	1860	1870.

In diesem Zeitraume stimmten also beide Erscheinungen vollkommen mit einander überein. Der Umstand, dass die Wendepunkte der Temperatur denen der Fleckenmenge fast immer voraus eilen, führte Stone zur Vermuthung, dass die Sonnenflecken nicht direkt die Temperatur beeinflussen, sondern dass für die Temperatur- und Sonnenfleckenperiode eine gemeinsame Ursache angenommen werden müsse.

Dagegen ein sehr zweifelhaftes Resultat erhielt Celloria, welcher seinen Untersuchungen die von 1763—1872 ununterbrochen fortlaufende Reihe der Beobachtungen von Mailand zu Grunde legte[225]).

A. Weilenmann verglich die Jahresmittel der Temperatur für die Zeitepoche von 1864—1871 von 53 schweizerischen Stationen in den fleckenreichen und fleckenarmen Jahren und erhielt folgendes Resultat (°C.)[226]):

Jahre	1864	1865	1866	1867	1868	1869	1870	1871
Sonnenflecken — Relativzahlen	46,9	30,5	16,3	7,3	37,3	73,9	139,1	111,2
Abweichung vom Mittel	— 0,73	+ 0,23	+ 0,36	+ 0,47	+ 0,25	— 0,53	— 0,34	— 0,77

Aus diesen Zahlen folgt also eine höhere Temperatur in den fleckenärmeren und eine niedrigere in den fleckenreicheren Jahren.

Baxendell legte 1872 der naturwissenschaftlichen Gesellschaft in Manchester eine Abhandlung über die Aenderungen in der Vertheilung des Luftdrucks, der Temperatur und des Regenfalles bei verschiedenen Winden während einer Sonnenfleckenperiode vor[227]). 1858—62 war nach Schwabe die Zahl der Sonnenflecken über, 1863—68 unter dem Mittel. Er erhielt:

Temperatur-Differenzen bei SW- und SSE-Winden:

1858	1859	1860	1861	1862	1863	1864	1865	1866	1867	1868
+ 0,19	+ 0,41	+ 1,22	+ 0,46	+ 0,13	— 0,17	— 0,41	— 1,00	— 1,17	— 2,06	— 0,23

Temperatur-Differenzen bei NE- und SW-Winden:

1858	1859	1860	1861	1862	1863	1864	1865	1866	1867	1868
— 0,63	— 0,41	+ 0,02	— 0,28	— 0,46	— 1,06	— 1,52	— 2,39	— 1,91	— 3,74	— 1,19.

Also in beiden Fällen zeigt sich ein Maximum im Jahre 1860, ein Minimum 1867. Nach Baxendell nimmt die Wärmewirkung mit der Anzahl der Sonnenflecken ab und zu. Baxendell bemerkt zum Schlusse seiner Abhandlung, dass es im Interesse der Witterungskunde höchst wünschenswerth sei, dass Beobachtungen der Erscheinungen auf der Sonne durch Errichtung eigener Observatorien in verschiedenen Theilen der Erde wünschenswerth seien, so dass eine stetige, tägliche oder sogar stündliche Aufzeichnung des Zustandes der Sonnenoberfläche erhalten werden und diese Resultate im Zusammenhang mit den Ergebnissen der meteorologischen Beobachtungen zur Diskussion gelangen könnten.

Die bedeutsamste, in Beziehung auf Einfluss der Sonnenflecken epochemachende Arbeit, veröffentlichte 1873 Köppen[228]), welcher für den Zeitraum 1820—1871 die Temperaturbeobachtungen von 25 grossen Gebieten unserer Hemisphäre zwischen den Tropen und Polarkreisen mit den Sonnenfleckenperioden verglich.

Bevor ich auf diese Arbeit näher eingehe, will ich noch die Resultate einer Reihe von Untersuchungen erwähnen, welche Fritz in seiner Preisschrift (p. 67 ff.) ausführlich bespricht.

Eine von Fritz vorgenommene Zusammenstellung der englischen Weizenperiode von 1641—1873 ergab nachstehendes Resultat, wobei die mittlere Zahl der beiden Gruppen den Maxima- oder Minima-Jahren, die beiden zunächststehenden rechts und links den beiden zunächstliegenden Jahren entsprechen. (Eine Division

durch 15 giebt den Durchschnittspreis in Schillingen pro 2,9 Hektoliter):

	Für die Fleckenmaxima					Für die Fleckenminima				
Summe	700	705	686	758	755	804	750	732	818	834
Mittel	720,8					787,6				

Also war der Weizen durchschnittlich wohlfeiler in fleckenreichen, theurer in fleckenarmen Jahren, übereinstimmend mit Herschel; jedoch beträgt der Unterschied kaum 9 %.

Indem Fritz die Weizen- und Roggenpreise verschiedener Länder Westmitteleuropas mit der Sonnenfleckenperiode vergleicht, kommt er für die den Maxima und Minima zunächstliegenden 5 Jahre zu dem Resultate:

	Fleckenmaxima.	Minima.
für das 18. Jahrhundert	54,2	58,4
„ „ 19. „	89,8	87,4
„ beide Jahrhunderte	69,8	69,9

Hieraus folgt, dass die Zahlen für das 18. Jahrhundert dem Herschel'schen Resultate entsprechen, dagegen diejenigen für das 19. Jahrhundert mit ihnen im Widerspruch stehen und für beide Jahrhunderte zusammen kein entschiedenes Resultat ergeben.

Tomascheck fand aus den Jahren 1754—1853 als mittlere Zeit der Weinlese in Maulern bei Wien[229]):

in den fleckenarmen Jahren am 2,6. Oktober
„ „ fleckenreichen „ „ 7,2. „

wonach also in fleckenarmen Jahren die Weinlese durchschnittlich früher eintreten soll, als in fleckenreichen.

Indessen erhielt Fritz aus einer Zusammenstellung des Beginnes der Weinlesen zu Aubonne, Lausanne, Lavaux (1700—1868) und Veytaux (1742—1868)[230]) ein dem vorigen widersprechendes Resultat, indem für die 14 Sonnenfleckenmaxima die Weinlese im Mittel am 18,3 Oktober, für die 14 Minima am 19,6 Oktober, also um nahezu 2,3 Tage eher eintrat, ein sehr unbeträchtlicher Unterschied gegenüber der grössten Schwankung von vollen 47 Tagen.

Für die Gebiete Zell, Volnay, Frankreich, Württemberg, Hessen und Nassau ergaben sich durchschnittlich folgende Maxima der Weinerträge:

1808 1820 1826 1835 1848 1858 1868.

Sonnenfleckenmaxima waren eingetreten:

1804 1816 1830 1837 1848 1860 1871.

Hiernach entsprechen die Sonnenfleckenmaxima je einem Maxi-

mum der Weinerträge. Bezeichnet man ausserordentlich grosse Erträge mit 10, sehr reiche mit 8, reiche mit 6, mittelmässige mit 4, geringe mit 2, so ergeben sich aus der langjährigen Ertragsreihe von Pfau-Schellenberg für das St. Gallensche Rheinthal, übereinstimmend mit obiger Reihe, als Maximaljahre der Erträge: 1808, 1826, 1836, 1847, 1858 und für das vorige Jahrhundert 1705, 1721, 1727, 1752, 1763, 1775, 1781 und 1792, alle Zahlen, welche den Fleckenmaxima der Wolf'schen Periode nahe liegen und welche ergänzt werden durch die unten folgenden Untersuchungen über die Weinqualitäten. Die Ertragsmaxima folgten den Fleckenmaxima im vorigen Jahrhundert etwas (durchschnittlich 1,5 Jahr), und gingen in diesem Jahrhundert etwas voran (durchschnittlich 1,6 Jahr) so dass der Unterschied mehr oder weniger für beide Jahrhunderte aufgehoben wird. Also zur Zeit der Fleckenmaxima wächst durchschnittlich mehr Wein, als zur Zeit der Fleckenminima.

Auch die Weinerträge in Bessarabien (1851—57), in der Krim (1862—69 und 1858—62), in Ohio (1865—72), auf Madeira (1846—50) entsprechen dem obigen Resultate, so dass durchschnittlich um die Zeit der Fleckenmaxima die Weinerträge grösser sind als zur Zeit der Fleckenminima.

Nach einer sehr vollständigen Zusammenstellung der Weinerträge für Nassau von Sartorius[231]) ergaben sich nach Berechnung der 5jährigen Mittel folgende Wendepunkte der

Ertragsmaxima	1704	18	25	38	49	61	73	82	1838	47	57	69
Sonnenfleckenmaxima	1705	18	27	38	50	61	70	80	1837	48	60	71*).

In Bezug auf die Weinqualitäten ergeben sich aus den Weinlisten in Nassau, der Weingegend in Baden, Deutschland im Allgemeinen, Schweiz, Volnay, Italien und Portugal für 1700—1870 nach Berechnung der 5jährigen Mittel folgende Maxima: **1705**, 14, 28, 35, 48, 60, 68, 76, 83, 89, **1803**, 11, 23, 33, 46, 58, 69.

Hieraus folgt, dass die Qualitätsmaxima mehr nach dem Sonnenfleckenminimum sich verschieben, so dass im Mittel die besten Weine im 2. Jahre nach dem Minimum gewachsen sind; von den 21 besten Weinjahren (1676—1868) fallen 13 nahe den Fleckenminima, 8 näher den Maxima, und 2 zwischen Maxima und Minima.

Fritz gelangt zu dem Schlusse, „dass die Weinerträge nach Perioden sich ändern, welche den Sonnenfleckenperioden an Länge

---

*) Eine graphische Darstellung der Weinerträge für Nassau seit 1700 befindet sich auf Curventafel Fig. 4 pag. 223.

gleichkommen, dass die Maxima der Quantitäten nahe mit den Maxima der Sonnenflecken zusammenfallen, während die Qualitäten sich mehr den Minima anschliessen und denselben kurz nachfolgen".

Ich komme nun zu den bereits erwähnten Köppen'schen Arbeiten, die wir hier bei ihrer grossen Wichtigkeit etwas eingehender besprechen müssen. Der Einfluss der Sonnenflecken kann, wie jeder andere kosmische Einfluss, in keiner Weise als fortdauernd local wirkend gedacht werden, sondern muss sich auf die ganze Erde erstrecken und dieselben Breitengrade in derselben Weise afficiren, so dass alle Differenzen zwischen Ost und West nur in tellurischen Ursachen zu suchen sind. Daher wäre die Betrachtung der Mitteltemperaturen ganzer Parallelkreise am geeignetsten, die Wirkung dieser kosmischen Ursache darzuthun. Dieses Ideal, welches mit unserem Beobachtungsmaterial zwar noch nicht erreichbar ist, wurde durch die Köppen'schen Arbeiten angestrebt und die Untersuchung für grosse Ländercomplexe aller klimatischen Zonen, hauptsächlich der Nordhemisphäre, durchgeführt.

Wir theilen nachstehend die von Köppen publicirten allgemeinen Tabellen mit, in welchen die Abweichungen der Jahrestemperaturen von den Normalwerthen gegeben sind, und zwar für folgende Gruppen (die eingeklammerten Zahlen bezeichnen die Anzahl der Stationen für die betreffende Gruppe):

a) Tropen: Vorderindien (4), trop. Amerika (6), Hinterindien (6), [letzteres für 1840—47 und Amerika 1858—69 mit $^1/_2$ Gewicht]; b) Subtropen: Mittelmeergebiet (32), China und Japan (3), Californien, südliche Vereinigte Staaten (91), und Australien (8) [mit vollem Gew.], Südafrika (2) und Südamerika (3) [mit halb. Gew.]; c) wärmerer gemässigter Gürtel: Mittel-Europa, westliche (14) und östliche Hälfte, Südrussland (119), Südwest- (7) und Ostsibirien (5) [beide mit $^1/_2$ Gew.], Californien, innere und östliche Vereinigte Staaten; d) kälterer gemässigter Gürtel: Gross-Britannien (9), Nord-Deutschland (24), Nordwest-Russland (11), Ural, Südwest- (7) und Ost-Sibirien (5), Sitcha, innere (10) und östliche (15) Vereinigte Staaten; e) kalter Gürtel: Sitcha, Nordost-Amerika (6) [Gewicht = 2], Irland (2), Nord-Europa (9) [Gewicht bis 1852 = 2], Ost-Russland, West- und Ost-Sibirien (5). Die Jahreszahlen der Fleckenmaxima sind fett gedruckt, diejenigen der Minima mit * bezeichnet*).

*) Vgl. auch Curventafel Fig. 4 pag. 223.

Abweichungen der Jahrestemperaturen vom Mittel für ganze Zonen.

	Tropen.	Subtropen.	Warmer gemässigter Gürtel.	Kalter gemässigter Gürtel.	Kalter Gürtel.	Mittel der ektrop. Gürtel.
1820	— 0,31	+ 0,41	— 0,36	— 0,45	— 0,18	— 0,14
21	+ 0,56	+ 0 23	+ 0,18	+ 0,20	+ 0,72	+ 0,28
22	+ 0,31	+ 1,53	+ 0,93	+ 0,96	+ 1,50	+ 1,19
23*	+ 0,44	+ 0,25	— 0,15	— 0,38	+ 0,34	— 0,03
24	+ 0,20	+ 0,82	+ 0,77	+ 0,75	+ 0,66	+ 0,76
25	+ 0,18	+ 0,45	+ 0,74	+ 0,82	+ 0,81	+ 0,69
26	+ 0,12	+ 0,91	+ 0,29	+ 0,69	+ 0,81	+ 0,73
27	+ 0,03	+ 0,55	+ 0,54	+ 0,63	+ 0,82	+ 0,61
28	+ 0,21	+ 0,94	+ 0,50	+ 0,43	+ 0,27	+ 0,57
29	— 0,14	— 0,75	— 0,85	— 0,70	— 0,31	— 0,70
1830	— 0,59	+ 0,58	+ 0,23	+ 0,22	+ 0,14	+ 0,31
31	+ 0,49	— 0,69	— 0,35	— 0,29	— 0,52	— 0,45
32	+ 0,61	— 0,11	— 0,63	— 0,31	— 0,61	— 0,39
33	+ 1,04	+ 0,12	+ 0,14	+ 0,83	— 0,10	+ 0,15
34*	+ 0,08	+ 0,68	+ 0,70	+ 0,72	+ 0,07	+ 0,61
35	— 0,55	— 1,01	— 0,49	— 0,18	— 0,54	— 0,56
36	— 0,46	— 0,63	— 0,29	— 0,09	— 0,07	— 0,30
37	— 0,70	— 0,47	— 0,77	— 0,46	— 0,43	— 0,56
38	— 0,27	— 0,94	— 0,86	— 0,54	0,00	— 0,67
39	— 0,46	+ 0,25	— 0,18	— 0,11	+ 0,06	0,00
1840	+ 0,04	— 0,23	— 0,69	— 0,44	— 0,54	— 0,47
41	+ 0,11	— 0,12	— 0,09	— 0,18	— 0,21	— 0,14
42	+ 0,44	— 0,25	— 0,41	— 0,14	— 0,40	— 0,29
43*	+ 0,30	— 0,07	+ 0,03	+ 0,40	+ 0,35	+ 0,15
44*	+ 0,04	+ 0,18	— 0,22	— 0,26	— 0,39	— 0,14
45	+ 0,17	+ 0,18	— 0,04	— 0,18	— 0,13	— 0,03
46	+ 0,02	+ 0,41	+ 0,94	+ 0,77	+ 0,66	+ 0,71
47	— 0,37	+ 0,09	— 0,32	— 0,12	+ 0,31	— 0,06
48	— 0,05	— 0,01	+ 0,18	+ 0,11	+ 0,07	+ 0,09
49	— 0,09	— 0,05	— 0,06	— 0,14	— 0,07	— 0,08
1850	— 0,08	— 0,14	— 0,38	— 0,58	— 0,35	— 0,37
51	— 0,05	+ 0,09	+ 0,21	+ 0,32	+ 0,85	+ 0,26
52	— 0,06	+ 0,07	+ 0,12	+ 0,09	+ 0,06	+ 0,09
53	+ 0,23	+ 0,03	+ 0,03	— 0,30	— 0,10	— 0,08
54	+ 0,25	+ 0,08	+ 0,26	+ 0,62	+ 0,68	+ 0,37
55	+ 0,30	+ 0,26	+ 0,19	— 0,02	+ 0,26	+ 0,16
56*	— 0,01	— 0,16	— 0,36	— 0,20	— 0,02	— 0,21
57	— 0,22	— 0,15	— 0,26	— 0,05	— 0,11	— 0,15
58	— 0,28	0,00	— 0,11	+ 0,17	+ 0,35	+ 0,07
59	— 0,28	— 0,16	+ 0,34	+ 0,66	+ 0,13	+ 0,26
1860	+ 0,40	+ 0,08	— 0,22	— 0,41	— 0,20	— 0,19
61	— 0,25	— 0,13	— 0,07	— 0,10	— 0,22	— 0,12
62	— 0,30	+ 0,04	0,00	— 0,58	— 0,93	— 0,29
63	—	— 0,18	+ 0,58	+ 0,84	— 0,16	+ 0,33
64	—	— 0,09	— 0,34	0,00	+ 0,69	— 0,02
65	—	+ 0,17	+ 0,15	0,00	— 0,21	+ 0,06
66	—	+ 0,15	+ 0,31	+ 0,32	— 0,67	+ 0,13
67*	—	+ 0,14	+ 0,28	+ 0,11	+ 0,66	+ 0,25
68	—	+ 0,12	+ 0,39	+ 0,48	— 0,02	+ 0,28
69	—	+ 0,04	+ 0,38	+ 0,55	+ 0,21	+ 0,31
1870	—	+ 0,05	— 0,32	— 0,45	—	— 0,23
1871	—	—	— 0,62	— 0,42	—	—

Abweichung vom Mittel der schon vor 1820 vertretenen Mittel (Europa und Neuengland.)

(Für 1740—50 nur Norddeutschland und Holland).

1740	−1,44	1760	−0,15	1780	+0,18	1800	+0,17	1820	−0,26	1840	−0,74	1860	−0,27
41	+0,33	61	+0,38	81	+0,96	01	+0,70	21	+0,27	41	+0,40	61	+0,14
42	−1,26	62	−0,18	82	−0,41	02	+0,33	22	+1,46	42	−0,30	62	+0,13
43	−0,19	63	−0,50	83	+0,33	03	−0,18	23*	−0,15	43*	+0,32	63	+0,83
44	−0,31	64	+0,38	84	−0,94	04	−0,01	24	+0,59	44*	−0,39	64	−0,51
45	−0,32	65	−0,17	85*	−1,05	05	−0,59	25	+0,70	45	−0,43	65	+0,29
46	−0,69	66*	−0,58	86	−0,85	06	+0,47	26	+0,82	46	+0,83	66	+0,47
47	+0,78	67*	−0,86	87	+0,07	07	+0,15	27	+0,24	47	−0,12	67*	−0,18
48	+0,42	68	−0,68	88	−0,12	08	−0,47	28	+0,35	48	+0,30	68	+0,62
49	+0,79	69	−0,24	89	−0,16	09	−0,42	29	−0,32	49	−0,18	69	+0,37

1750	+0,50	1770	−0,34	1790	+0,31	1810*	−0,30	1830	−0,22	1850	−0,40	1870	−0,46
51	−0,12	71	−0,81	91	+0,61	11*	+0,75	31	+0,20	51	+0,10	1871	−1,30
52	+0,63	72	+0,41	92	−0,06	12	−1,06	32	−0,38	52	+0,22		
53	+0,46	73	+0,33	93	+0,40	13	−0,25	33	+0,04	53	−0,14		
54	−0,06	74	+0,21	94	+1,00	14	−0,93	34*	+0,85	54	+0,10		
55*	−0,42	75*	+0,80	95	0,00	15	−0,36	35	−0,33	55	−0,56		
56	+0,20	76*	−0,09	96	+0,23	16	−0,94	36	−0,23	56*	−0,32		
57	+0,04	77	−0,37	97	+0,70	17	−0,30	37	−0,70	57	+0,26		
58	−0,81	78	+0,67	98*	+0,48	18	+0,27	38	−0,99	58	−0,17		
59	+0,39	79	+1,30	99	−1,14	19	+0,50	39	−0,03	59	+0,72		

Der Gang der Zahlen zeigt eine grosse Uebereinstimmung mit denjenigen der Sonnenflecken bis zum Jahre 1854. „In den Tropen tritt das Maximum der Wärme ½—1½ Jahre vor dem Fleckenminimum ein, ausserhalb der Wendekreise verspätet es sich gegen das letztere, in den 40ger Jahren bis zu mehr als 3 Jahren. Dabei nimmt die Regelmässigkeit und Grösse der Schwankung von den Tropen, wo sie auf's schönste ausgebildet ist, nach den Polen hin ab, so dass z, B. die in den übrigen Gürteln am stärksten ausgeprägte Schwankung in den 30er Jahren des Jahrhunderts in der Curve des kalten Gürtels gar nicht mehr zu erkennen ist."

Die folgende Zusammenstellung giebt die Wendepunkte für Temperatur und Sonnenflecken und zeigt das Verhältniss beider Erscheinungen (Epochen der Sonnenflecken nach den Bestimmungen Wolf's).

	Minimum der Temperatur. Tropen.	Minimum der Temperatur. Ektr. Zonen.	Maximum d. Sonnenflecken.	Maximum der Temperatur. Tropen.	Maximum der Temperatur. Ektr. Zonen.	Minimum d. Sonnenflecken.	
1	—	1815,5	1816,4	182,25	1825,8	1823,3	2
3	1830,1	31,9	29,9	33,1	34,2	33,9	4
5	36,4	37,8	37,2	42,8	46,4	43,5	6
7	47,6	50,3	48,1	54,7	—	56,0	8
9	—	(61,6)	60,1	—	(68,7)	67,2	10

Die Ursache der Veränderlichkeit der Sonnenfleckenperiode ist nicht bekannt, indessen ist der Zeitraum zwischen Minimum und

Maximum der Flecken fast stets viel kürzer als zwischen Maximum und Minimum. Diese Ungleichheiten sind auch in dem Gange der Temperatur im Allgemeinen zu erkennen, wie folgende Uebersicht der Intervalle zwischen den Wendepunkten zeigt:

	1	2	3	4	5	6	7	8
Sonnenflecken	—	6,9	6,6	4,0	3,3	6,3	4,6	7,9
Temp.-Tropen	—	—	7,6	3,0	3,3	6,4	4,2	7,1
Temp.-Ektrop. Zonen	—	10,3	6,1	2,3	3,6	8,6	3,9	—

„Der Parallelismus in diesen Zahlenreihen ist ein so grosser, dass von einem zufälligen Uebereinstimmen von einander unabhängiger Schwankungen nicht die Rede sein kann. Die beiden Erscheinungen hängen offenbar zusammen, welcher Art indessen dieser Zusammenhang ist, das kann gegenwärtig noch nicht bestimmt ausgesprochen werden. Klar ist nur, dass die Sonnenflecken dabei nicht direkt durch die Verdunkelung eines Theiles der Sonnenscheibe, also als partiale Finsternisse, bei unverändertem Strahlungsvermögen des Restes derselben wirken; denn da die Temperatur der Erdoberfläche eine Summationsfunction der Sonnenstrahlung ist, so muss die Veränderung in diesem Resultat nothwendig später eintreten, als die Aenderung in der Ursache der Strahlungsintensität, die Anzahl der Sonnenflecken — und also auch wohl deren Gesammtfläche — erreicht aber ihr Minimum und Maximum erst nach den entsprechenden Wendepunkten in der Temperatur der tropischen Länder."

Um den normalen Gang der Temperatur in der Fleckenperiode aus den Daten des Zeitraums festzustellen, in welchem derselbe am freiesten von fremden Einflüssen gewesen zu sein scheint, theilte Köppen für 1820—54 den Zeitraum zwischen jedem Maximum und Minimum in je 6, den bis zum nächsten Maximum in je 5 gleiche Theile und erhielt so nach den Curven für die Tropen und für das Mittel der ektropischen Zonen die Werthe für Intervalle, welche im Mittel gleich einem Jahre sind, deren Länge jedoch zwischen 0,7 und 1,3 Jahren schwankt. Die Resultate sind:

	Flecken-Minim.	1	2	3	4	Flecken-Maxim.
Tropen	+ 0,33	+ 0,15	— 0,04	— 0,21	— 0,28	— 0,32
Ektrop. Zonen	+ 0,17	+ 0,23	+ 0,25	+ 0,18	0,00	— 0,23

	1	2	3	4	5	Flecken-Minim.
Tropen	— 0,27	— 0,14	+ 0,08	+ 0,30	+ 0,41	+ 0,33
Ektrop. Zonen	— 0,28	— 0,21	— 0,17	— 0,07	+ 0,12	+ 0,17.

„Die Curve für die Tropen schreitet sehr regelmässig fort und erreicht ihr Maximum ca. 0,9 Jahre vor dem Minimum der Sonnenflecken, ihr Minimum ca. 0,1 Jahr vor dem Maximum derselben. Die trotz des so viel reicheren zu Grunde liegenden Materials noch manche Unregelmässigkeit zeigende Curve der Temperatur in aussertropischen Breiten dagegen weist das Maximum 1,7, das Minimum 0,9 Jahre nach den betreffenden Wendepunkten der Fleckenperiode auf. Die Amplituden der Schwankungen sind: Tropen 0,73°, ektropische Zonen 0,54°, einzeln aber: Subtropen 0,59°, wärm. gem. Gürtel 0,63°, kälterer gem. Gürtel 0,63°, kalter Gürtel 0,57° C.

Ob die Störungen in der Periodicität Wirkungen einer der 11jährigen Periode völlig fremden Ursache, oder ob sie der Ausdruck gesetzmässiger Modificationen im Auftreten der Periode selbst sind, vermag ich nicht zu entscheiden. Das erstere erscheint von vorne herein näher liegend, für das letztere spricht die Wiederkehr analoger Störungen in verschiedenen Perioden. Vorkommende Störungen von kurzer Dauer mögen manchmal nur scheinbar allgemein sein und bei vollständigem Materiale verschwinden. Bei den mehrjährigen Störungen indessen kann ich nicht allzuviel Gewicht auf diese Möglichkeit legen, wo das Material verhältnissmässig reichlich und unter sich übereinstimmend ist. Denn man kann als sehr allgemeinen Satz aufstellen, dass die länger dauernden Störungen weiter und gleichmässiger verbreitet sind, da benachbarte Störungen entgegengesetzten Charakters die Tendenz haben, sich auszugleichen und also nicht von langer Dauer sind.

Ueberblicken wir den Zeitraum 1800—1871, so sehen wir einen Abschnitt von ca. 40 Jahren mit starker periodischer Schwankung, 1815—1854, eingefasst von zwei anderen mit grossen Störungen, etwa 1792—1815 und 1854—1866; ob, wie es nach den Jahren 1865 bis 1871 wohl den Anschein hat, jetzt wieder eine Zeit der schärferen Ausprägung der periodischen Schwankung eingetreten ist, muss die Erfahrung der nächsten 10 Jahre lehren . . . Fassen wir hingegen den Zeitraum vor 1800 ins Auge, so finden wir hier so wunderbare Anomalien im Temperaturgange, dass wir an jeder Feststellung des periodischen Ganges verzweifeln und namentlich die Existenz irgend eines Zusammenhanges mit der Erscheinung der Sonnenflecken läugnen müssten, wenn nicht die Ergebnisse der Jahre 1816 bis 1857 gar zu eindringlich denselben uns darthun würden. Wir finden hier alles Mögliche, von völliger Gleichgültigkeit des Temperaturganges gegen die gleichzeitigen Aenderungen der Sonnen-

flecken (1750—1771) und einem kurzdauernden engen Zusammengehen beider (1772—1777), bis zu einer grossen und höchst regelmässigen Schwankung der Temperatur (1777—1790), welche zu der Sonnenfleckencurve in genau dem umgekehrten Verhältnisse steht gegen das für 1816—1854 gefundene... Es bleibt nichts übrig, als sich fürs Erste mit Ergebung in diese Räthsel zu fügen und (womöglich mitwirkend) abzuwarten, bis weitere Forschung und Erfahrung sie auflöst! Möglich dass sich dabei eine Mehrzahl von einander ganz unabhängiger periodischer Wirkungen herausstellt. Ohne irgend erhebliches Gewicht auf ein solches Zusammentreffen zu legen, so lange ein causaler Zusammenhang sich nicht einsehen lässt, will ich doch bemerken, dass die meisten grossen negativen Anomalien sich in eine Reihe einordnen, welche sich in Differenzen von Vielfachen der Zahl 9 bewegt und zwar längere Zeit regelmässig so, dass ein Intervall von 27 mit einem von 18 Jahren abwechselt:

1740 =	1767 =	1785 =	1812 =	1830 =	1857 [232])“
+ 27	+ 18	+ 27	+ 18	+ 27	

Abweichungen der Jahrestemperatur vom Normalwerthe für die Tropen und die beiden gemässigten Zonen.

	Tropen.	Gemässigte Zonen			Tropen.	Gemässigte Zonen	
		nördl.	südl.			nördl.	südl.
1841	+ 0,25	— 0,14	0,00	1861	— 0,27	— 0,06	— 0,10
42	+ 0,31	— 0,19	+ 0,10	62	— 0,21	— 0,31	— 0,06
43	+ 0,17	+ 0,16	+ 0,04	63	— 0,27	+ 0,64	— 0,36
44*	+ 0,08	— 0,14	— 0,07	64	— 0,12	— 0,28	— 0,15
45*	— 0,01	— 0,03	+ 0,08	65	+ 0,35	— 0,05	+ 0,10
46	+ 0,07	+ 0,77	— 0,10	66	— 0,11	+ 0,22	+ 0,27
47	— 0,37	— 0,06	— 0,10	67	— 0,08	+ 0,02	+ 0,27
48	— 0,05	+ 0,13	— 0,37	68*	+ 0,18	+ 0,21	+ 0,21
49	— 0,08	— 0,06	— 0,39	69	+ 0,36	+ 0,47	— 0,03
50	— 0,03	— 0,42	+ 0,05	70	0,00	— 0,10	+ 0,05
1851	— 0,04	+ 0,18	+ 0,19	1871	— 0,14	— 0,55	— 0,14
52	— 0,07	+ 0,08	+ 0,13	72	— 0,02	+ 0,40	— 0,02
53	+ 0,21	— 0,13	— 0,13	73	— 0,01	+ 0,50	+ 0,02
54	+ 0,26	+ 0,33	— 0,13	74	— 0,37	+ 0,36	— 0,16
55	+ 0,27	+ 0,01	+ 0,39	75	— 0,19	— 0,66	— 0,14
56*	+ 0,10	— 0,23	+ 0,31	76	(+ 0,07)	(— 0,16)	—
57	— 0,28	— 0,09	+ 0,28	77	(+ 0,27)	(+ 0,51)	—
58	— 0,19	— 0,05	+ 0,06	78*	(+ 0,49)	(+ 1,03)	—
59	— 0,11	+ 0,53	— 0,12	79	(— 0,20)	(— 0,67)	—
60	+ 0,30	— 0,45	— 0,08	—	—	—	—

Eine weitere Fortführung dieser Untersuchung erfolgte insbesondere im Jahre 1881 [233]), indem das Material meistens bis 1875 ergänzt, allein eine Wendung der Störungen zur Gesetzmässigkeit ist in der letzten Zeit mit Sicherheit nicht aufzufinden. Wir geben nebenstehend noch eine Tabelle für die Tropen und die beiden gemässigten Zonen, deren Ergänzung bis 1879 ich der Freundlichkeit Köppen's verdanke.

Bei Besprechung der ersten Köppen'schen Arbeit [234]) bemerkt Wolf, dass er geneigt wäre, seine frühere Ansicht festzuhalten, dass Temperatur- und Sonnenfleckenperiode in keinem engen Zusammenhange stehe, wenn die Umkehrung des früheren Verhältnisses zu irgend einer anderen Zeit als um 1859 eingetreten wäre, „da sie aber gerade auf die Zeit trifft, wo sich auch die Sonnenfleckencurve und die mit ihr fortwährend parallel laufende Variationscurve gegenüber dem mittleren Gange, welche statt den Maxima von 1778 und 1789 Minima verlangen würde, in auffälligster Weise umkehren*), so kommt es mir vor, dass es sehr voreilig wäre, einen solchen Zusammenhang zu verwerfen und dass gegentheils eher anzunehmen ist, dass wir hier vor einem der merkwürdigsten Räthsel stehen, dessen Lösung nach allen Seiten hin grosses Licht verbreiten könnte".

Fritz ordnete die Temperaturextreme zu Breslau von 1791 bis 1854 [235]) nach den Fleckenmaxima und -Minima und erhielt als Summen für die Zeiten der Fleckenmaxima (5 das Max. umgeb. Jahre) für die Temperaturminima — 309 und für die Temperaturmaxima + 450, dagegen für die Zeiten der Fleckenminima — 264 resp. + 465° C., wonach also bei weniger ausgesprochenen Differenzen der Temperaturmaxima die niedersten Temperaturen zur Zeit der Fleckenmaxima sich ereigneten.

Die an derselben Stelle publicirten (p. 54) Jahresextreme für Leobschütz (1805—1849) ergeben als Verhältniss der Summen der niedrigsten Temperaturen für die drei den Sonnenfleckenmaxima zunächst liegenden Jahre zu den den Minima zunächst liegenden wie 229,9 : 201,1. Für Paris ergeben die 6 letzten Perioden (nach Fritz p. 94) 240,5 : 194,4.

Für den Zeitraum von 1699—1875 erhielt Fritz für die Stationen Paris, Bremen und Breslau [236]), indem er die Mittel für letztere Stationen auf Paris reducirte und unter Anwendung der

*) Worauf übrigens auch Köppen a. a. O. S. 266 Gewicht legt. v. B.

5jährigen Mittel und Berücksichtigung der wahren Mittel folgende Epochen der Temperaturmaxima und -Minima (die fett gedruckten Zahlen sind bestimmt hervortretende Wendepunkte, die eingeklammerten weniger entschieden ausgeprägte):

Minimal-Jahrestemperaturen:

Maxima 1704 (10,17) 23 29 46 55 67 75 84 92 (97,99)
Minima 1706 (13) 20 26 35 50 62 71 79 86 95
1810 (21) 28 39 56 70
1806 17 (24) 34 43 (64—66)

Epochen der Fleckenperioden:

Maxima 1705 18 27 39 50 61 70 78 88 1804 16 30 37 48 60 71
Minima 1712 23 34 45 55 66 75 85 98 1811 23 34 43 56 67

Maximal-Jahrestemperaturen:

Maxima 1706 (12) 19 (27) 35 49 64 73 80 93 1802 26 35 56
Minima 1710 23 30 44 54 69 76 87 97 (11 14) 23 40 61

Es entsprechen oder fallen nahe zusammen:

Minimum der niedersten Temperatur 10mal mit Maximum, 5mal mit Minimum der Sonnenfleck.
Maximum „ „ „ 4 „ „ „ 8 „ „ „ „ „
Minimum „ höchsten „ 6 „ „ „ 9 „ „ „ „ „
Maximum „ „ „ 6 „ „ „ 5 „ „ „ „ „

Hieraus schliesst Fritz: „Es sind demnach niedere Wintertemperaturen am häufigsten zur Zeit der Fleckenmaxima, am seltensten zur Zeit des Fleckenminima; die höchsten Sommertemperaturen kommen wenig oder kaum häufiger zur Zeit der Fleckenmaxima vor und die niedersten Temperaturen der Maxima etwas häufiger zur Zeit der Fleckenminima.

Die niedersten Temperaturen würden also dem Köppen'schen Gesetze entsprechen, die höchsten Temperaturen aber widersprechen, insofern als auf so geringes Material ein Urtheil gestützt werden kann. Eigenthümlich ist die Häufigkeit niederer Temperaturen (im Winter und auch im Sommer) im Anfange des vorigen und jetzigen Jahrhunderts, während die Maxima um die Mitte des vorigen und jetzigen Jahrhunderts eintraten."

Eine Vergleichung der Frosttage zu Paris von 1788—1873 ergab nach Fritz für die 3 je die Epochen der Fleckenmaxima und Minima umschliessenden Jahre im Mittel auf 7 Fleckenmaxima 49, und auf 7 Fleckenminima 45 Frosttage, ferner für dieselben 7 Epochen für die aufeinander gefolgten kalten Tage durchschnittlich 15 resp. 13.

In derselben Weise folgten für Bremen und Leobschütz 62 und 54 Tage und 73 und 58 Tage.

Aus 20jährigen Beobachtungen (1855—1874) der direkten Wirkung der Sonnenstrahlen kamen H. E. Roscoe und B. Steward

zu dem Resultate [237]), „dass für London mehr Wärme zur Zeit der Fleckenmaxima, als zur Zeit der Fleckenminima sich bemerkbar mache“.

Blanford in Calcutta fand aus den Strahlungsbeobachtungen für 1868—1874, dass das regelmässige und nicht unbedeutende Auf- und Absteigen der Sonnenstrahlung mit der Sonnenfleckencurve durchaus parallel verläuft und mit dieser in wirklicher enger Verbindung steht. „Freilich scheint der Wechsel der Sonnenstrahlung gross genug, um auf alle irdischen Phänomene eine ganz bedeutende Influenz auszuüben, und so erhalten wir eine a priori-Bestätigung für Meldrum's und Köppen's Sätze [238]).“

Wenn es richtig ist, dass die Intensität der Sonnenstrahlung mit der Fleckenhäufigkeit sich ändert, so muss auch die tägliche Schwankung der Temperatur vom Fleckenstande abhängig sein, so zwar dass einer grösseren Sonnenthätigkeit auch eine grössere tägliche Schwankung der Temperatur entspricht. Diese Folgerungen liegen den Untersuchungen von B. Steward und J. Liznar zu Grunde, deren Resultate wir hier kurz angeben wollen. Wir bemerken jedoch, dass die tägliche Wärmeschwankung durch die Grösse und den Wechsel der Bewölkung bedingt, also von einem Elemente abhängig ist, welches so grossen und unregelmässigen Störungen ausgesetzt ist, dass der regelmässige Gang der Unterschiede in der Strahlungsintensität der Sonne wohl schwer daraus wiedererkannt werden kann, während die täglichen Wärmemittel durch die Bewölkung viel weniger gestört werden. Indessen dürfte diese Methode immerhin mit Erfolg für solche Stationsorte angewendet werden, an welchen die Bewölkung eine geringe ist, und hier dürfte es sich empfehlen, nur die ganz heiteren Tage in Betracht zu ziehen.

Balfour Steward untersuchte die täglichen Temperaturschwankungen für Kew von 1855 bis 1875 [239]) und erhielt folgende Resultate *):

1855	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
1,60°	1,49	2,18	2,45	2,51	1,56	2,19	1,36	2,58	2,55	2,78
1866	67	68	69	70	71	72	73	74	75	
2,01°	2,31	3,03	2,37	3,13	2,23	2,22	1,98	2,35	1,81.	

*) Die Angabe bei Fritz, p. 105: „Es waren die mittleren Jahrestemperaturen etc.“ ist jedenfalls nur ein Druckfehler, soll heissen: „die Jahresmittel der täglichen Temperatur-Schwankungen“.

J. Liznar stellte sich die Aufgabe, die tägliche und jährliche Temperaturschwankung auf die 11jährige Periode der Sonnenflecken zu untersuchen[240]). Hierzu benutzte er die Beobachtungen von 13 Stationen: St. Petersburg, Katharinenburg, Barnaul, Prag, Časlau, Brünn, Wien, Kremsmünster, Triest, Rom, Calcutta, Batavia und Hobarton. Die Werthe der täglichen Schwankungen für Wien, Prag, Časlau, Brünn und Triest ergeben (ausgeglichen für je 3 Tage):

Jahr	1857	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
Temp.-Schwk.	5,09°	4,95	4,71	4,66	4,71	4,94	4,96	5,16	5,26	5,20	5,11	4,94	4,93	4,86
Wolf's Rel.-Z.	22,8°	54,8	93,8	95,7	77,2	59,1	44,0	46,9	30,5	16,3	7,3*	37,3	73,9	139,1

Also dem Fleckenmaximum 1860 entspricht ein Minimum der Schwankung 1859, und dem Fleckenminimum 1867 entspricht ein Maximum der Schwankung 1865. Mit dem Schlusssatze des Verfassers, „dass bei Verwendung der Aufzeichnungen vieler Orte die Curve der täglichen Schwankung einen Verlauf zeigen wird, der den Einfluss der Sonnenflecken deutlicher oder mindestens ebenso deutlich charakterisirt als jener der Curve mittlerer Temperatur“, können wir uns nicht ganz einverstanden erklären.

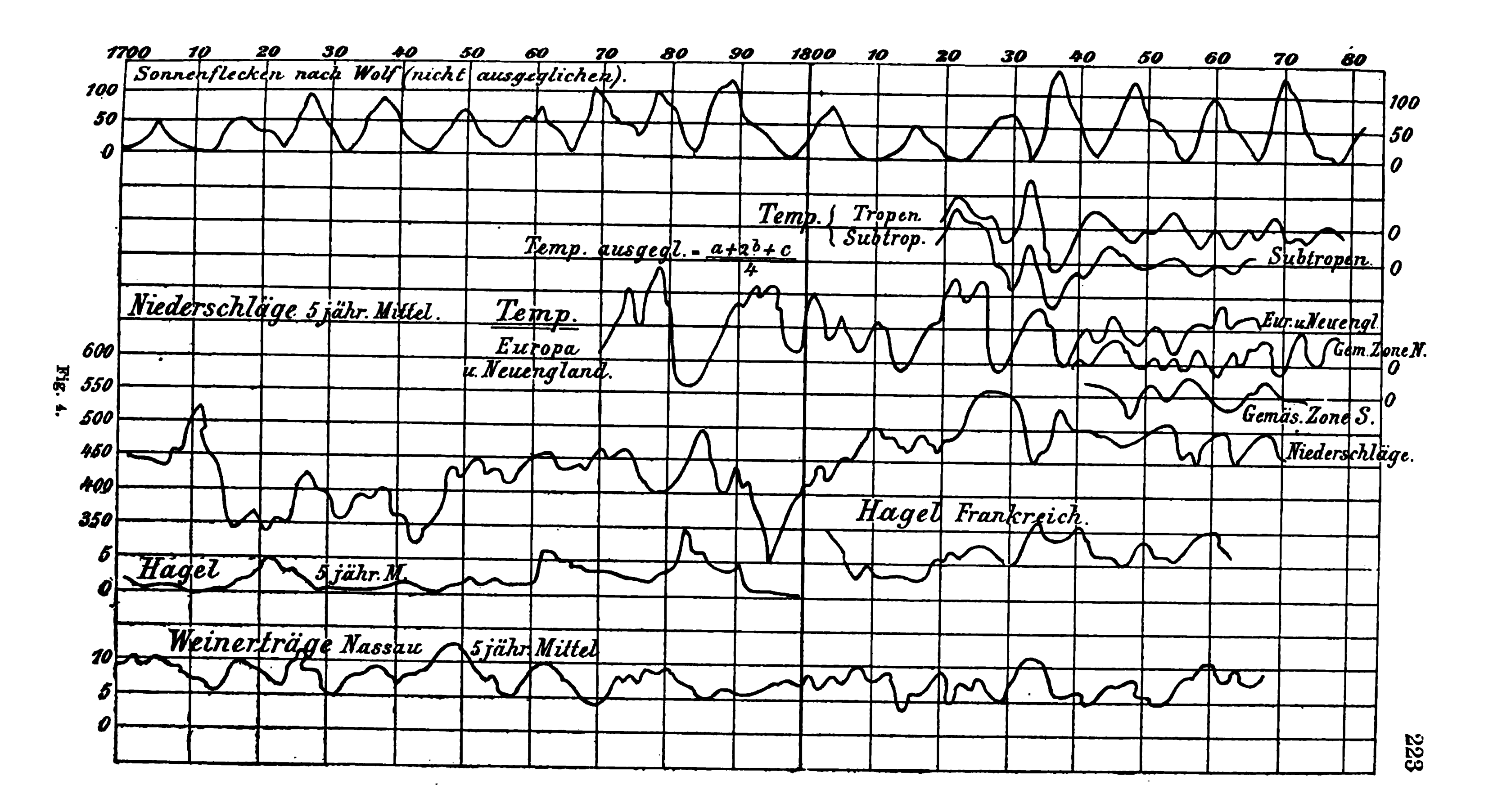
Die jährliche Temperaturschwankung wurde aus 3 Beobachtungsreihen abgeleitet und zwar aus der Reihe 1699—1781 für Paris[241]), aus der zweiten Reihe 1728—1841 für Wien, Prag, Kremsmünster, Triest, Mailand und Paris, und aus der dritten Reihe 1841—1873 für Wien, Prag, Kremsmünster, Triest, Bodenbach und Genf. Die erste Reihe giebt:

Maxima der Sonnenflecken	1705	18	27	39	50	Min. d. Sonnenfleck.	1698	1712	23	34	45
Maxima der Temp.-Schwk.	1705	19	30	41	48	Min. d. Temp.-Schw.	1699?	1708	23	34	44

Hieraus ergiebt sich also ein fast vollständiges Zusammenfallen der grössten Temperaturschwankung mit den Fleckenmaxima und der geringsten mit den Minima, ein Verhältniss, welches demjenigen der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts widerspricht.

Ganz anders ist aber das Verhältniss in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts; so entspricht z. B. ein Minimum der Schwankung in den Jahren 1754, 67, 76, 83 und 1809 einem Minimum der Sonnenflecken in den Jahren 1755, 66, 75, 84 und 1810. — Von den 20ger Jahren dieses Jahrhunderts bis 1872 finden wir wieder Uebereinstimmung.

Liznar schliesst mit den Worten: „Wir sehen sonach, dass nach den bisherigen Kenntnissen über die Beziehung der Sonnenflecken zur Temperatur auf die Ursache der Veränderungen der



Sonnenflecken nach Wolf (nicht ausgeglichen).
Temp. { Tropen.
{ Subtrop.
Temp. ausgegl. = (a+2b+c)/4
Subtropen.
Niederschläge 5 jähr. Mittel.
Temp. Europa u. Neuengland.
Eur. u. Neuengl.
Gem. Zone N.
Gemäs. Zone S.
Niederschläge.
Hagel Frankreich.
Hagel
5 jähr. M.
Weinerträge Nassau
5 jähr. Mittel
1700
10
20
30
40
50
60
70
80
90
1800
100
50
0
600
550
500
450
400
350
5
0
10
5
0

Fig. 4.

letzteren nicht geschlossen werden kann. Die Aufmerksamkeit, welche diesen Erscheinungen von Seiten der Meteorologen gewidmet wird, lässt uns hoffen, dass in nicht zu langer Zeit auch dieses Räthsel einer Lösung entgegengeführt werden wird.“

Nach dem Vorgange von Balfour untersuchte Chambers[242]) die täglichen Schwankungen der Temperatur für Bombay. Die Zahlen für 1848—1880 stimmen mit dem Gang der Sonnenfleckencurve in der Weise überein, dass die Maxima der einen Curve den Minima der anderen entsprechen.

Wir reproduziren hier noch die Zahlen für den Einfluss der Sonnenfleckenperiode auf die Mondsperioden:

	Neum.	1. Okt.	E. Vtl.	2. Okt.	Vollm.	3. Okt.	L. Vtl.	4. Okt.
Minimumjahre	1,61	1,48	1,38	1,31	1,41	1,45	1,51	1,60
Maximumjahre	1,69	1,31	1,40	1,29	1,35	1,23	1,13	1,20.

Eine eingehende zusammenfassende Untersuchung des Einflusses der Sonnenflecken veröffentlichte, etwa ein Jahr vor Fritz, F. G. Hahn, die wir schon oben benutzt haben. Diese Untersuchung erscheint schon desswegen von grosser Wichtigkeit, weil in derselben auch der Einfluss der Jahreszeiten berücksichtigt worden ist, eine Trennung, die jedenfalls sehr unsere Anerkennung verdient.

Hahn findet aus seinen Untersuchungen, dass der Zusammenhang deutlicher hervortritt für strenge und lange anhaltende Winter zur Zeit der Fleckenmaxima, für milde und kurz dauernde Winter zur Zeit der Fleckenminima.

Sonnenflecken-Maxim.	Kalter Winter.	Kühler Sommer.	Sonnenflecken-Minim.	Milder Winter.	Heisser Sommer.
1705	**1709**	1708 09 10	—	—	—
1717	**1716** (? ?)	?	1723	1723 ?	?
1728	**1729**	1731 32	1734	1734 37	1736 37 38
1738	**1740**	**1740** 42	1745	1749 50	**1748**
1750	?	1751 54 (?)	1755	1756 59 61	**1756** 59
1761	1763	1763	1766	1769	1766
1770	1771	1769 70 71	1775	1779	1775 78
Umkehrungsperiode siehe folg. Tabelle.			1823	**1822**	**1822** 26
1829	**1830**	1829 **30**	1833	**1834 35**	**1834**
1837	1838 40	**1837** 38 **41**	1844	1846	1845 46
1848	1848 **50**	1849	1856	1859	**1857** 58 **59**
1860	1861 64 65	1860 62 **64**	1867	**1866 69**	1865 **68**
1870	**1871 75** (?)	1870 **71** 72	1876	—	—

Die Periode der Umkehrung.

Sonnen-flecken-Minim.	Kalter Winter.	Kühler Sommer.	Sonnen-flecken-Maxim.	Warmer Winter.	Heisser Sommer.
1784	1784 85 (89) ? isolirt (1795)	1785 86 87	1779	1779	1780 81 **83**
			1788	1790 91	**1793** (od.isol.?)
1798	1799 1800 02 03	1799 (ausserdem noch ein. geringere)	1804	1806	1807 08
			1816*)	1819	1818 19
1810	1809 10 13	1812 13 14 15			

(Daneben aber der heisse Sommer 1811).

*) Daneben aber die kalten Jahre 1816, 17.

Warme Sommer sind häufiger zur Zeit der Minima, kühlere zur Zeit der Maxima. Dieses Verhältniss gilt mehr für die östliche als westliche Halbkugel. Die wärmeren Sommer folgen mehrere Jahre den zugehörigen Minima und auch hier macht sich die Umkehrungsperiode zwischen 1780—1820 geltend. Aus dem inhaltreichen Material der Hahn'schen Arbeit geben wir hier nur vorstehende allgemeine Uebersicht wieder. (Die fettgedruckten Zahlen bezeichnen besonders hervorragende Winter und Sommer.)

Auf Grundlage der damals vorhandenen Untersuchungen spricht Hahn die Sätze aus: „1) Es besteht in der That eine nachweisbare Beziehung (sie sei direkt oder indirekt) zwischen dem wechselnden Fleckenstande der Sonne und den Temperaturverhältnissen der Erde. 2) Geringere Thätigkeit auf der Sonne, welche sich für uns in der geringeren Menge der Sonnenflecken (und dem sparsameren Vorkommen der Polarlichter) äussert, bedingt höhere Wärme auf der Erdoberfläche, und umgekehrt folgen auf Zeiten grosser Thätigkeit und reicher Fleckenbildung auf der Sonne Perioden niedrigerer Temperatur auf der Erde."

Bezüglich der grossen Umkehrung oder Störung der Fleckencurve am Schlusse des vorigen und am Anfange des jetzigen Jahrhunderts und die sich auch im Verlaufe der Köppen'schen Temperaturcurve wiederspiegelt, vermuthet Hahn, dass dieselbe nicht einmal vorgekommen, sondern ein periodisch wiederkehrendes Phänomen sei.

Eine weitere Untersuchung veröffentlichte Hahn 1878[243]), indem er die absoluten Schwankungen der Temperatur für Leipzig von 1830—1877 untersuchte. Er gelangte zu folgenden Ergebnissen: „1) Kalte Jahre haben im allgemeinen eine grössere Amplitude, als warme (1830, 38, 50, 70, 71, 75). 2) Die Jahre mit den grössten Amplituden und den höchsten Kältegraden stimmen genau überein (1830, 38, 50, 61, 65, 70, 71, 75, 76). 3) Die

Grösse der jährlichen Amplitude sowie das absolute Minimum zeigen einen mit der (11 1/2 jährigen) Sonnenfleckenperiode übereinstimmenden Gang in der Weise, dass a) das Fleckenmaximum regelmässig von einem bis zwei Jahren mit grosser Amplitude und tiefem Minimum begleitet wird:

Fleckenmaxima	1829	37	48	60	70
Amplitudenmaxima	1830	38	50	61	71
Höchste Kältegrade	1830	38	50	61	70 u. 71

b) dass Amplituden und Kältegrade in den Jahren nach dem Fleckenmaximum rasch absinken, um sich dann zu einem zweiten (secundären) Maximum zu erheben (1845, 55, 65, 75) . . . 4) Die Minima der Amplituden sind nicht in dem Grade deutlich ausgeprägt, wie die Maxima. Dieses rührt theilweise wohl daher, dass in einzelnen Fällen auch sehr milde Winter von einer plötzlich einsetzenden, zwar ganz kurzen aber doch intensiven Kälteperiode durchbrochen werden (z. B. Winter 1876/77). 5) Die jedesmalige Höhe des Fleckenmaximums scheint auf die Grösse der Amplitude nicht ohne Einfluss zu sein. 6) Die Zahlen für die jährliche Abweichung der Temperatur vom Mittelwerthe deuten darauf hin, dass auch die Grösse dieser Abweichung einer allerdings längeren Periode unterliegen möchte."

---

b) Der Einfluss der Sonnenflecken auf den Luftdruck.

Wir haben im Vorstehenden in erster Linie den Einfluss der Sonnenflecken auf die Temperaturverhältnisse unserer Atmosphäre besprochen in der Annahme, dass sich die Einwirkungen derselben, als unmittelbare, am deutlichsten manifestiren würden; wir wenden uns jetzt zu denjenigen Untersuchungen, welche sich auf die mittelbaren Einflüsse beziehen und wollen diese mit möglichster Kürze behandeln, dabei aber eine thunlichst vollständige Berücksichtigung des vorhandenen sehr umfangreichen Materials anstreben.

Nachdem man erkannt hatte, dass das Gebiet niedrigen Luftdruckes auf dem Atlantischen Ocean mit demjenigen der grössten Nordlichterfrequenz nahezu zusammenfalle, vermuthete und suchte man eine Beziehung zwischen Nordlichtern und Luftdruck. Für die jährliche Periode fand man, dass in den Monaten mit niedrigen Barometerständen auch die Nordlichter am häufigsten auftreten und

dieses führte dahin, mehrjährige periodische Schwankungen des Luftdruckes, in Anlehnung an die Periode der Nordlichter, deren Häufigkeit nach früheren Untersuchungen mit dem Maximum und Minimum der Sonnenflecken zusammenfällt, aufzusuchen. Eingehende Untersuchungen über diesen Gegenstand wurden zuerst 1871 von Hornstein in Prag angestellt, deren Resultate wir hier kurz wiedergeben wollen [244].

Die täglichen periodischen Schwankungen des Barometers, welche 1^{mm} nicht erreichen, werden nach den Untersuchungen Hornsteins, die sich auf die stündlichen Beobachtungen einer 30jährigen Reihe zu Prag und München stützen, der Grösse nach durch eine mehrjährige Periode bestimmt, welche einer grösseren Sonnenfleckenperiode, deren Dauer Hornstein auf 70 Jahre festsetzt, nahezu gleichkommt.

An diese 70jährige Periode schliesst sich die jährliche Schwankung des Barometerstandes, welche zugleich mit den Flecken und Nordlichtern ihr Maximum erreicht. Dagegen konnte eine Beziehung zur 11jährigen Periode nicht constatirt werden. Für die Stationen Prag (von 1800), Mailand (von 1763), Wien (von 1770), München (von 1720) fand Hornstein Schwankungen von mehr als 17 par. Linien ($38{,}3^{mm}$) in den einzelnen Jahrzehnten im Mittel:

1763/69	1770/79	1780/89	1790/99	1800/09	1810/19	1820/29	1830/39	1840/49	1850/59	1860/69
18	19	46	0	33	36	60	32	79	102	21 mal.

Hornstein knüpfte hieran die Schlussfolgerung: „Die aus den Beobachtungen seit 1763 erhaltenen Werthe der jährlichen Schwankungen des Barometerstandes in Prag, Mailand, Wien und München werden sehr befriedigend dargestellt durch die Voraussetzung, dass die jährliche Schwankung des Luftdruckes die längere 70jährige Periode mit den Nordlichtern uud den Sonnenflecken gemein hat und gleichzeitig mit diesen Erscheinungen ihr Maximum oder Minimum erreicht.“

Zur Lösung dieser Frage erscheint es durchaus erforderlich, längere Beobachtungsreihen, welche verschiedenen Gegenden angehören, zu untersuchen. Dieses zeigen deutlich die Resultate, welche Forssman in Upsala aus einer eingehenden Untersuchung über den Zusammenhang der Nordlichter und Barometerstände zog [245]. Hiernach erleidet der Barometerstand auf dem Gebiete nordöstlich einer Linie, welche von Schottland südostwärts nach dem Schwarzen Meere verläuft, gleichzeitig mit den magnetischen

Störungen und Nordlichtern eine Erhöhung, und auf dem Gebiete südwestlich davon eine Erniedrigung.

Sollte sich die Richtigkeit der Forssman'schen Behauptung auch durch anderweitige eingehende Untersuchungen bestätigt finden, so dürfte die Anwendbarkeit derselben in der Witterungskunde wohl zu erwägen sein und namentlich würde man das Augenmerk darauf zu richten haben, ob nicht die Beständigkeit der grossen barometrischen Maxima und Minima oder der grossen Actionscentra nach Teisserenc du Bort[246]), welche den Witterungscharakter für längere Zeit auf grossem Gebiete bestimmen, damit im Zusammenhange stehen könnten. Nach dem Vorgange Fritz theilen wir nachstehend die wichtigste Tabelle Forssman's mit, welche die magnetischen Störungen der Horizontalcomponente und die Abweichung der Barometerstände enthält:

Stationen.	Art der horiz. Störungen.	Periode.	Zahl der Tage mit Störungen.	Mittel der Barometerstände über (+) oder unter (—) dem Mittel.						
				Tage vorher			Nordlichttag.	Tage nachher		
				3	2	1		1	2	3
Upsala . . .	+	1842/57	22	0,0	— 0,6	— 0,7	— 2,0	— 2,8	— 2,0	— 2,8
	—	1841/54	71	— 1,2	— 0,7	— 0,9	0,0	0,0	— 0,4	0,0
St. Petersburg	+	1842/57	22	— 0,5	0,0	— 0,6	— 2,4	— 3,7	— 3,2	— 3,8
	—	1843/57	46	— 1,0	— 1,4	— 0,4	0,0	— 0,6	— 1.3	— 1,6
Makerstown .	+	1843/46	48	0,0	+ 1,3	+ 2,0	+ 2,5	+ 3,1	+ 2,9	+ 4,1
	—	1843/46	48	+ 1,5	+ 1,4	+ 1,1	+ 1,1	+ 0,4	0,0	+ 1,2
Greenwich . .	+	1842/57	21	+ 2,1	0,0	0,0	+ 1,5	+ 2,7	+ 3,5	+ 5,0
	—	1853/57	73	+ 2,0	+ 1,8	+ 1,7	+ 1,1	0,0	0,0	+ 0,8
München . .	+	1846/55	60	0,0	+ 0,1	+ 0,7	+ 1,0	+ 1,3	+ 1,8	+ 1,2
	—	1846/54	50	+ 3,2	+ 1,5	+ 0,8	0,0	+ 0,3	+ 1,2	+ 2,2
Wien	+	1842/57	21	+ 0,7	+ 1,2	0,0	+ 0,5	+ 1,3	+ 0,9	+ 0,7
	—	1841/55	77	+ 2,1	+ 1,5	+ 0,9	+ 0,2	0,0	+ 0,3	+ 0,6
Rom	+	1865/68	48	+ 0,8	0,0	+ 0,1	+ 0,9	+ 0,9	+ 1,0	+ 1,2
	—	1865/68	48	+ 1,7	+ 2,1	+ 1,9	+ 0,7	0,0	+ 0,2	+ 1,1

Im Einklange mit Hornstein erhielt Hahn aus den Beobachtungen der Stationen Leipzig, München und Hohenpeissenberg zur Zeit des Maximums der grossen Periode (55jähr.?) auch ein Maximum des Luftdrucks, welches für Leipzig auf 1839, für München und Hohenpeissenberg auf 1834 fiel, während das Minimum für die beiden ersten Stationen 1853, für die letzte 1816 sich ereignete.

Nicht ganz entschieden war das Resultat, welches Fritz aus den Beobachtungen zu Bremen und Emden fand.

S. A. Hill in Allahabad erhielt[247]) für Calcutta folgende Maxima und Minima der Barometerschwankungen (in nach 3 Jahren ausgeglichenen Mitteln):

Maxima	1845	1856/57	1865/66	1877
Minima	1841(?)	1848	1860	1873.

Diese Daten (ausgenommen 1841, welches Jahr etwas zweifelhaft erscheint) treffen sehr nahe zusammen mit den Maxima und Minima der Sonnenflecken. Die 3jährigen Mittel von Roorkee geben Maxima in 1865 oder 1866 und 1876 oder 1877 mit einem zwischenliegenden Minimum 1871. Hill neigt sich zu der Ansicht, dass diese periodischen Barometerschwankungen durch periodische, durch die Sonnenflecken beeinflusste Schwankungen der Temperatur bedingt werden.

Auf eine Bemerkung Eliot's in seinem Berichte über die Meteorologie Indiens im Jahre 1877 über lange anhaltende und weit verbreitete Abweichungen des Barometerstandes von dem Normalwerthe untersuchte H. F. Blanford[248]) die Beobachtungen einer Reihe von indischen Stationen und erhielt als Resultat, dass durch die ganze malayische Region eine cyclische Oscillation des Luftdruckes existire, nahezu übereinstimmend mit dem Sonnenfleckencyclus, so zwar, dass der grösste Luftdruck zusammenfällt oder unmittelbar folgt der Epoche der geringsten Häufigkeit der Sonnenflecken und der kleinste Druck dem Sonnenfleckenmaximum entspricht. Diese Oscillation ist am meisten entwickelt an den insularen Stationen in der unmittelbaren Nachbarschaft des Aequators. Blanford findet in Westsibirien und dem europäischen Russland, insbesondere zu Katharinenburg Anzeichen cyclischer Luftdruckoscillationen, welche den entgegengesetzten Charakter von den eben besprochenen haben, und hierdurch gelangt Blanford zu dem weiteren Schlusse, dass zwischen Russland und Westsibirien einerseits und der indomalayischen Region andererseits eine reciproke cyclische Oscillation des Luftdruckes bestehe, derart, dass dieser in Westsibirien und Russland sein Maximum zur Zeit der Sonnenfleckenmaxima erreiche, über dem indo-malayischen Gebiet jedoch zur Zeit der Sonnenfleckenminima. Eine weitere Untersuchung zeigte, dass an den russischen Stationen die der indo-malayischen Region entgegengesetzte Oscillation ganz auf den Winter beschränkt ist, also auch im Winter viel stärker markirt ist als im Jahresmittel, woraus dann Blanford schliesst, dass die direkte Wirkung der Sonne auf die tropischen Gegenden darin besteht, eine derartige Oscillation zu erzeugen, dass der Luftdruck niedrig ist, wenn die Sonnenoberfläche die meisten Flecken hat, und dass in Compensation dieser Wirkung im Winter eine Oscillation entgegengesetzter Art auf den

Ebenen Europas und des asiatischen Russlands eintritt, möglicher Weise auch in der arktischen Region [249]).

Fred. Chambers fand eine enge Beziehung der Barometerstände mit den Sonnenflecken aus den Barometerbeobachtungen in Bombay für 1847—77, so dass die Maxima und Minima beider Erscheinungen nahezu zusammenfallen [250]). Seine Zahlen mögen hier eine Stelle finden (nicht ausgegl. $736{,}95^{mm}$ +):

	April bis Septbr.	October bis März.		April bis Septbr.	October bis März.		April bis Septbr.	October bis März.
1847	1,80	2,24	1857	1,82	2,28	1867	1,83	2,35
48	1,83	2,26	58	1,84	2,29	68	1,93	2,32
49	1,79	2,27	59	1,85	2,27	69	1,84	2,29
50	1,85	2,25	60	1,83	2,25	70	1,83	2,22
51	1,79	2,26	61	1,80	2,25	71	1,86	2,23
52	1,83	2,26	62	1,79	2,19	72	1,81	2,23
53	1,87	2,26	63	1,77	2,25	73	1,84	2,28
54	1,81	2,28	64	1,91	2,32	74	1,81	2,30
55	1,89	2,30	65	1,83	2,29	75	1,83	2,27
56	1,81	2,29	66	1,88	2,30	76	1,84	2,29
						77	1,96	2,33

Später nahm Chambers diese Untersuchungen wieder auf [251]). Er fand, dass die Amplituden der täglichen anomalen Schwankungen des Luftdruckes an den westlichen Stationen Indiens gleichmässiger wurden, sobald die abnormen Fluctuationen länger waren, so dass also länger anhaltende Oscillationen auch eine grössere räumliche Ausdehnung haben. Eine Vergleichung des Ganges des Barometers für Bombay und Batavia gab eine auffallende Uebereinstimmung, aber ein Zurückbleiben von Batavia gegen Bombay um nahezu einen Monat. Um festzustellen, ob hier eine allgemeine Ursache zu Grunde liege, wurden die Barometermittel für St. Helena, Mauritius, Madras, Calcutta und Zikawei untersucht und dabei auf die Sonnenflecken Rücksicht genommen [252]), und so erhielt er folgendes interessante Resultat: „Wahrscheinlich sind die langen barometrischen Wellen (wenn der Ausdruck gestattet ist) in einer sehr langsamen Wanderung mit veränderlicher Geschwindigkeit westostwärts um die Erde begriffen, gleich den Cyclonen der aussertropischen Breiten. Dabei sind die Epochen der Maxima und Minima des Luftdrucks den Epochen der Maxima und Minima der Sonnenflecken entsprechend, aber bleiben hinter letzteren um eine Zeitdauer zurück, die im Mittel $1^3/_4$ Jahr beträgt und zwischen

1/2 bis ungefähr 2 1/4 Jahren variirt“. Chambers findet auch, dass weit verbreitete und grosse Hungersnoth in Indien im Allgemeinen von einer Welle hohen Luftdrucks begleitet wird, oder dieser unmittelbar nachfolgt.

Diese Resultate fanden durch die Untersuchungen von John Allan Broun für ganz Indien ihre volle Bestätigung[253]), insbesondere aber schreibt er der Beziehung des Luftdrucks zu den Sonnenflecken eine hohe Bedeutung bei, die sich auch bei den übrigen meteorologischen Elementen aussprechen müsse. In demselben Sinne war das Ergebniss einer Vergleichung der Barometerstände in Calcutta mit Bombay durch J. A. Hill zu Allahabad[254]).

Douglas Archibald[255]) erhielt aus den Beobachtungen in London folgende Werthe für die

Jahre d. Cycl.:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Maximumjahr an der 5. Stelle (1811—17):										
Sonnenfl.	—33,9	—23,4	0,0	28,2	43,1	34,2	16,8	0,2	—14,2	—24,2	—26,3
Luftdruck	— 0,15	0,61	0,43	—0,08	—0,28	—0,30	—0,20	0,0	0,5	0,25	0,20
	Minimumjahr an der 7. Stelle (1816—72):										
Sonnenfl.	23,2	14,5	4,8	—5,6	—19,0	—32,5	—37,1	—25,4	1,8	30,9	44,8
Luftdruck	—0,15	—0,08	—0,05	—0,10	—0,15	— 0,05	0,08	0,50	0,63	0,25	0,23

Auch hier entsprechen die Maximajahre der Sonnenflecken den Minimajahren des Luftdruckes, so zwar dass die Luftdruckcurve der Sonnenfleckencurve nachfolgt.

---

c) Einfluss der Sonnenflecken auf Cyclonen und Winde.

Im Jahre 1872 suchte Charles Meldrum, Direktor der Sternwarte auf Mauritius, in einem Vortrage in der Versammlung der Britischen Gesellschaft zur Förderung der Naturwissenschaften zu Brighton, zu beweisen, dass Maxima und Minima der Häufigkeit der Cyclonen des Indischen Oceans 25° S. is N. B. mit den Maxima und Minima der Sonnenflecken zusammenfallen. Für diese Behauptung führte Meldrum folgende Zahlen an (die fett gedruckten Jahreszahlen bezeichnen in Bezug auf die Sonnenflecken Maximal-, die mit einem Sternchen versehenen Minimaljahre):

1847	**48**	49	50	51	52	53	54	55	56*	57	58	59
4	6	5	—	—	—	—	3	4	1	3	4	5

1860	61	62	63	64	65	66	67*	68	69	70	71	72
8	8	7	—	—	3	5	2	2	3	3	4	7

Abweichend von Meldrum spricht sich Wolf[256]) über diese Zahlen aus, „dass der parallele Gang zwischen der Häufigkeit der Cyclonen durch die vorliegenden Zahlen doch kaum noch mit hinlänglicher Sicherheit dargethan sei, um weitere Schlüsse darauf zu bauen."

Im folgenden Jahre machte Meldrum in der Versammlung der British Association zu Bradford weitere Mittheilungen[257]), indem er alle Cyclonen von der Stärke 9—12 Beauf.-Skala zusammenstellte (9 = voller Sturm, 12 = Orcan):

Zahl der Stunden mit der Stärke	1847	48	49	50	51	52	53	54	55	56*	57	58	59	60
9	0	0	2	0	0	0	1	0	0	1	0	2	4	0
10	0	0	3	1	1	3	5	0	0	2	1	3	6	2
11	0	2	2	3	2	0	1	1	2	0	1	1	2	4
12	5	6	3	4	4	5	1	3	3	1	2	3	3	7
Summe	5	8	10	8	7	8	8	4	5	4	4	9	15	13

	1861	62	63	64	65	66	67*	68	69	70	71	72	73
9	2	2	1	0	0	1	0	0	2	3	3	1	0
10	2	2	1	1	3	2	2	2	3	5	3	1	3
11	2	2	2	2	2	4	4	2	1	1	2	5	5
12	5	4	5	2	2	1	0	3	3	2	3	6	4
Summe	11	10	9	5	7	8	6	7	9	11	11	13	12

Auch die grösste Dauer und Ausdehnung der Cyclonen fand Meldrum zusammenfallend mit dem Minimum der Fleckenhäufigkeit[258]) (Ausdehnung 1 = 1,222 engl. □Meilen).

	1856*	57	58	59	60	61	62	63	'64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
Anzahl / Jahr	6	5	12	14	13	12	14	9	7	8	8	6	9	10	16	13	12	11	12	8
Dauer / Tage	20	19	39	48	61	72	57	59	36	28	44	27	34	36	62	46	48	46	46	30
Ausdg.	1,0	1,0	2,4	3,9	11,1	12,2	9,5	6,2	4,0	2,8	2,3	1,6	2,1	2,5	3,1	3,1	4,1	3,1	2,8	1,4

Ferner ergab sich aus einer chronologischen Tabelle des Mauritius-Almanach, dass von 24 Orcanen in verschiedenen Jahren dieses und des vorigen Jahrhunderts 17 dem Fleckenmaximum und 7 dem Fleckenminimum angehören.

Auch von den in der Reise der Fregatte „Eugenie" um die Erde (1851 und 1853) aufgeführten 15 Stürmen auf Mauritius (von 1730 an bis 1807) entfallen 9 auf die Zeit der Maxima und nur 6 auf diejenige der Minima der Sonnenflecken.

In gleicher Weise wurden von A. Poey in Havanna die Cyclonen der Antillen untersucht[259]). Für die Antillen und den Nordatlantischen Ocean erhielt er:

Jahr.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1750	0	6	1	1	1	1*	3	2	1	2
60	0	2	1	0	0	4	7*	0*	3	2
70	1	1	7	2	3	5*	2*	1	2	1
80	7	4	4	0	3	7*	5	10	5	0
90	2	2	5	1	1	2	3	0	0*	1
1800	2	1	2	1	4	2	6	2	0	5
10	6*	0*	2	7	0	6	2	3	8	5
20	0	4	3	0*	2	2	3	6	4	1
30	7	5	3	3	2*	5	1	13	8	8
40	4	3	6	3*	5*	5	3	2	5	4
50	8	2	2	3	2	3	1*	2	2	3
60	0	0	3	1	1	2	1	2*	0	0
70	7	3	0	1	—	—	—	—	—	—

Indem Poey die Zahlen für je zwei benachbarte Jahre summirte, fand er, dass bei 12 Fleckenmaxima 10mal die Maxima der Cyclonen nahezu damit zusammenfallen und bei 11 Fleckenminima die Minima der Cyclonen nur 5mal übereinstimmen. Es ergab sich nach Fritz eine durchschnittliche Verspätung der Cyclonenmaxima um 1 Jahr; dagegen eine Verfrühung der Cyclonenminima um nahezu ½ Jahr.

Die Intensität der Cyclonen soll nach Poey ebenfalls mit dem Sonnenfleckencyclus harmoniren. Die Abwesenheit der Antillen-Orcane im Jahre 1860 sucht Poey in der grösseren Fleckenhäufigkeit auf der südlichen Sonnenhemisphäre, welche mit der südlichen Erdhemisphäre correspondire, eine Hypothese, welche des Beweises noch bedarf.

Durch Vereinigung der Meldrum-Poey'schen Zahlen erhalten wir nach Fritz entschiedener hervortretende Zahlen:

Jahre	1847	48	49	50	51	52	53	54	55	56*	57	58	59
Cyclon. südl. v. Aeq.	5	8	10	8	7	8	8	4	5	4	4	9	15
„ nrdl. „ „	2	5	4	8	2	2	3	2	3	1	2	2	3
Summe	7	13	14	16	9	10	11	6	8	5	6	11	18

Jahre	1860	61	62	63	64	65	66	67*	68	69	70	71	72	73
Cyclon. südl. v. Aeq.	13	11	10	9	5	7	8	6	7	9	11	11	13	12
„ nrdl. „ „	0	0	3	1	1	2	1	2	0	0	7	3	0	1
Summe	13	11	13	10	6	9	9	8	7	9	18	14	13	13

Auf Grundlage des vorliegenden Materials kann man schliessen, dass im Allgemeinen im indischen und atlantischen Ocean die Häufigkeit der Cyclonen mit derjenigen der Sonnenflecken zunimmt, dagegen bei den Fleckenminima geringer wird.

Eine Zusammenstellung der Teifune des chinesischen Meeres giebt Dove nach Piddington für 1780—1847[260]. Die 28 daselbst verzeichneten Stürme vertheilen sich folgendermassen:

1780	97	1803	09	10	12	19	20	21	26	29	31	32	33	35	37	39	41
1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	4	2	1	2	1	2	3

Gruppiren wir diese nach 5 und 3 Jahren um die Sonnenfleckenmaxima und Minima, so entfallen auf die Maxima 16 resp. 10, auf die Minima 12. resp. 5. Diese Zahlen würden also der obigen Regel entsprechen.

Von mehreren Seiten wurden diese Studien auf die gemässigte Zone ausgedehnt, wo die Windverhältnisse grösseren Störungen ausgesetzt sind. Im Allgemeinen lässt sich eine Periodicität nicht mit Entschiedenheit beweisen, aber auch nicht geradezu abweisen. Wir wollen hier nur kurz die Resultate der bisherigen Untersuchungen anführen, indem wir hauptsächlich den Ausführungen von Fritz und Hahn folgen.

Nach der Tabelle von Rühlmann für die Windstärken in Cuxhaven von 1851—61[261] fallen die Maxima und Minima der Windstärken mit den Maxima und Minima der Sonnenflecken zusammen.

Weniger entschieden sind die Zahlen von Rühlmann für die Saline Dürrenberg (Regierungsbezirk Merseburg, 1852—61) und die nach Galle für Breslau (1791—1854) und andere schlesische Stationen entworfene Tabelle[262], jedoch widersprechen dieselben nicht. Die Beobachtungsreihe von Greenwich[263] (1842—68) zeigt nach Fritz entschiedene Maxima der Windgeschwindigkeit um 1840, 1860 und 1848, während ein Hauptminimum auf 1857 und kleinere Minima auf 1846 und 1865 fallen.

Im Jahre 1877 fand W. W. Hunter[264], dass die Schiffsverluste der vereinigten Königreiche um 17 % in den beiden Jahren des Sonnenfleckenmaximums (11. und 1. Jahr) grösser waren, als in den beiden Jahren des Minimums (5. und 6.). Der Unterschied des Totalverlustes (auf 11 Jahre gerechnet) ergab in derselben Weise nach dem Lloyd's Loss Book 15 %. Dabei zeigte sich ein regelmässiger Gang der Zahlen nach den Sonnenflecken:

		Königreich	Totalverlust in 11 Jahren.	Wolfs Rel.-Zahlen.
Minimum-Gruppe	11. Jahr	9,91%	7,64%	10,9
	1. u. 2. J. Mittel	11,91	9,33	10,0
	3. „ 4. „ „	11,05	8,64	39,8
	5. „ 6. „ „	12,21	9,31	73,4
	7. „ 8. „ „	12,82	9,81	53,7
	9. „ 10. „ „	11,84	9,09	33,5

Die Hamburger Seeversicherungs-Gesellschaft hatte folgende Schadenersatzverluste (% der Versicherung)[265]:

1836	37	38	39	40	41	42	43*	44*	45	46	47
1,17	1,28	1,13	1,14	1,15	1,15	1,16	1,35	1,28	1,73	1,28	1,05

1848	49	50	51	52	53	54	55*	56.
1,85	1,24	1,46	1,24	1,59	1,27	1,25	1,17	1,27

Ausgenommen 1845 stimmen die Zahlen mit den obigen überein.

B. Main in Oxford machte 1868 auf das Resultat einer seiner Untersuchungen aufmerksam[266]), wonach die jährliche mittlere Windrichtung einen gewissen Zusammenhang mit dem Wechsel der Häufigkeit der Sonnenflecken zeige und die Windrichtung gegen das Fleckenminimum eine etwas südlichere werde; im letzteren Theile der Periode überwiegt der Westwind aus südlicheren Richtungen, um gegen das Fleckenmaximum hin wieder breiter zu werden. Ferner bemerkte v. Freeden[267]), dass von 829 auf dem Nordatlantischen Ocean beobachteten Stürmen in fleckenreichen Jahren die dem „Aequatorialstrom" angehörigen das Uebergewicht hatten, dagegen bei fleckenarmen die Stürme des „Polarstromes" häufiger waren.

Fritz giebt für eine Reihe von Stationen folgende dreijährigen Gruppen der Westwinde für die Sonnenfleckenmaxima und Minima:

Sonnenfleckenmaxima.

Gruppe.	Zwanenburg.	Gruppe.	Hohen-Peissenberg.	New-Haven.	Cincinnati.	Bremen.	Udine.	Arnstadt.	Breslau.	Leobschütz.	Neisse.	Klein-Kniegn.
1749/51	540	1803/5	394	—	—	—	20	—	174	—	—	—
60/62	564	15/17	623	575	889	—	52	—	254	277	—	—
69/71	549	29/31	534	—	815	635	32	446	298	223	364	295
77/79	518	36/38	612	—	782	667	25	427	305	251	339	—
		47/49	595	—	—	641	—	396	287	186	337	—
		59/61	—	—	—	670	—	460	—	—	—	—
		70/72	—	—	—	633	—	—	—	—	—	—
Mittel	542	Mittel	552	575	829	649	32	432	264	234	215	295

Sonnenfleckenminima.

Gruppe.	Zwanenburg.	Gruppe.	Hohen-Peissenberg	New-Haven.	Cincinnati.	Bremen.	Udine.	Arnstadt.	Breslau.	Leobschütz.	Neisse.	Klein-Kniegn.
1744/46	556	1797/99	313	—	—	—	—	—	—	—	—	—
54/56	584	1810/12	—	587	770	—	50	—	188	291	—	—
65/67	531	22/24	605	—	770	—	44	—	235	234	—	—
74/76	523	33/35	581	—	746	699	32	368	290	198	369	288
84/86	535	42/44	597	—	615	672	—	421	312	181	346	—
		55/57	—	—	—	605	—	335	—	—	—	—
		66/68	—	—	—	679	—	—	—	—	—	—
Mittel	546	Mittel	524	587	710	659	42	375	256	226	357	288

Aus diesen Zahlen ergiebt sich ein Ueberschuss der westlichen Winde bei den Fleckenmaxima an den Stationen Peissenberg, Cincinnati, Arnstadt, Breslau und Leobschütz, das umgekehrte Resultat an den übrigen.

Aus den Beobachtungen zu Oxford 1859—75 und Prag 1849—75 fand Hornstein[268]) für Oxford „Drehung der mittleren Windrichtung vom Sonnenfleckenmaximum gegen das Minimum hin von West mehr gegen Süd, und umgekehrt vom Minimum gegen das Maximum hin Drehung der mittleren Windrichtung im umgekehrten Sinne, also Uebereinstimmung mit Main; für Prag: 1) Aenderung der mitteren Jahrescomponente $\alpha = v . \cos w$ [N—S] übereinstimmend mit Wolf's Relativzahlen; Aenderung der mittleren jährlichen Windrichtung, welche fast genau denselben Gang zeigt, wie α, in der gleichen Weise. 2) Aenderung der Jahrescomponente $\beta = v \sin w$ [E—W] im entgegengesetzten Sinne der Wolf'schen Relativzahlen, und, da für Prag $W = 270^{0}$ nie sehr weit verschieden ist, so ist $v = -\beta$ und damit die mittlere jährliche Windgeschwindigkeit ebenfalls für Prag übereinstimmend, mit Wolf's Relativzahlen wechselnd. 3) Uebereinstimmung der Resultate für Prag und Oxford."

Für Zwanenburg (1729—69) folgen aus der Buys Ballot-schen Zusammenstellung in Pogg. Annalen (Bd. 68) für die Fleckenmaxima im Mittel 52 Windumdrehungen und 17 Sprünge (d. h. plötzlicher Wechsel in die entgegengesetzte Richtung) und für die Minima 58 Umdrehungen und 15 Sprünge.

d) Einfluss der Sonnenflecken auf die Niederschläge.

Wenn die Sonnenflecken die Intensität der Sonnenstrahlen beeinflussen, so ist man zu der Annahme berechtigt, dass auch durch jene die Regenmengen beeinflusst werden. Diese Annahme erscheint um so mehr berechtigt, als man zur Erkenntniss gekommen war, dass die Cyclonen, die in der Regel von ergiebigen Regenfällen begleitet werden, eine mit den Sonnenflecken verknüpfte Periodicität zeigen, so dass mit der Häufigkeit der Cyclonen und der Sonnenflecken gleichzeitig auch die Regenmengen zunehmen.

Bei der Vergleichung der Regenmengen mit den Sonnenflecken zeigen sich jedoch erheblich grössere Schwierigkeiten, als bei den übrigen meteorologischen Elementen. Denn zunächst sind die jährlichen Regenmengen grossen, oft an nahe gelegenen Orten verschiedenen Schwankungen ausgesetzt, deren Ursachen meistens localen Einflüssen zugeschrieben werden müssen, welche uns aber nicht vollständig bekannt sind, und ausserdem giebt es nicht sehr viele langjährige Beobachtungen, die unser Vertrauen in der Weise verdienen, dass wir sie auf die Lösung eines so schwierigen Problems, wo es sich um Feststellung der Periodicität einer geringen Grösse handelt, anwenden können. Immerhin werden wir erwarten dürfen, dass nicht für alle Stationen die Maxima und Minima der Regenmengen in denselben Jahren eintreten, und wir werden uns also zufrieden damit geben müssen, wenn wir nachweisen können, dass in weitaus den meisten Fällen ein Connex der Sonnenflecken mit den Regenmengen statt hat.

Der erste, welcher direkt den Einfluss der Sonnenflecken auf den Regenfall untersuchte, war Meldrum[269]). Da ihm die Regenmengen von demjenigen Gebiete des Oceans fehlten, für welche die Periodicität der Cyclonen untersucht worden ist, so verwendete Meldrum die Beobachtungen benachbarter Stationen, von Port Louis (1853—71), Adelaide (1839—69) und Brisbane (1860—71). Hiernach ergeben die Fleckenmaxima- und Minimajahre, ausgeglichen durch das vorhergehende und nachfolgende Jahr (bei Brisbane Maxima 1860 mit den beiden folgenden, 1871 mit den beiden vorhergehenden Jahren combinirt):

	Min.	Regenm.	Max.	Regenm.	Min.	Regenm.	Max.	Regenm.
Port Louis	1856	1120	1860	1446	1867	1022	—	—
Adelaide	1844	448	1848	616	1856	586	—	—
Brisbane	1867	1147	1860	1310	—	—	1871	1545

Die geringere Regenmenge fällt also mit dem Sonnenfleckenminimum, die grösste mit dem Sonnenfleckenmaximum zusammen, also gerade so, wie es bei der Cyclonenhäufigkeit der Fall ist.

In ähnlicher Weise behandelte Lockyer[270]) die Beobachtungen am Cap der guten Hoffnung (1847—70, 1871 fehlt) und zu Madras (1843—49):

	Max.	Rgm.	Min.	Rgm.	Max.	Rgm.	Min.	Rgm.	Max.	Rm.
Cap	1848	581	1855	541	1860	772	1867	525	(1870	765)
Madras	—	—	1844	1058	1848	1428	—	—	—	—

Diese Zahlen ergaben dieselben Beziehungen, wie die Meldrum'schen.

Interessant sind die Zahlen, welche im Jahre 1865 der um die Kenntniss der Regenverhältnisse der britischen Inseln so sehr verdiente Symons[271]) veröffentlichte. Im Mittel erhielt er für 10 Stationen:

Jahr	Regenmenge.	Jahr	Regenmenge.	Jahr	Regenmenge.	Jahr	Regenmenge.	Jahr	Regenmenge.
1815	689	1825	675	1835	725	1845	708	1855	593
16	743	26	604	36	851	46	751	56*	658
17	755	27	750	37	623	47	655	57	653
18	771	28	839	38	689	48	914	58	579
19	774	29	729	39	794	49	724	59	725
20	623	30	783	40	626	50	669	60	847
21	760	31	820	41	851	51	678	61	685
22	676	32	666	42	649	52	903	62	771
23*	790	33	755	43*	772	53	695	63	684
24	785	34*	623	44*	603	54	567	64	562
Mittel	736,6		724,4		718,3		726,4		675,7

Gruppirt man Gruppen von 3 Jahren um die Fleckenmaxima und Minima, so erhält man:

	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
	1833	1837	1844	1848	1856	1860
Regenmenge	681	736	697	743	610	721

Auch diese Zahlen entsprechen den vorhergehenden Resultaten.

Nach Symons gruppiren sich die Zahlen auf folgende Weise:

Jahre der Sonnenfleckenmaxima	1837	1848	1860	1871
„ mit grossen Niederschlagsmengen	1836	1848	1860	1872
Niederschlagsmenge (mm)	851	914	847	864
Procente über der Normalen	19	28	18	20
Jahre der Sonnenfleckenminima	1833	1844	1856	1867
„ mit geringer Niederschlagsmenge	1834	1844	1858	1868
Niederschlagsmenge	623	603	579	732
Procente unter der Normalen	13	16	19	2

So sehr auch diese Resultate für den Zusammenhang der Regenmengen mit den Sonnenflecken sprechen, so unentschieden war das Gesammtresultat einer Zusammenstellung der Regenmengen um die Maxima und Minima für 23 über die ganze Erde zerstreute Stationen: nicht weniger als 8 unter ihnen (Tarn, Toulouse, Bagès-Béost, Genf, Jerusalem, Oran, Toronto, New Bedford) gaben geradezu das entgegengesetzte Resultat, während dieses bei ebensovielen anderen Stationen schwankend war (das Fleckenminimumjahr 1867 war fast überall regenreich).

Jelinek, welcher über diesen Gegenstand in der Oesterr. Zeitschrift für Meteorologie referirte (1873 pag. 81 ff.), erkennt die Nothwendigkeit, „dass noch weiteres Material zur Beurtheilung des Zusammenhanges zwischen Sonnenfleckenhäufigkeit und Regenhöhe herbeizuschaffen und nur mit ruhigem, vorurtheilsfreiem Blicke an die Betrachtung der diesfälligen Daten zu gehen ist.“

Hieran anschliessend behandelt Jelinek auf dieselbe Weise die langjährigen Regenbeobachtungen von 14 Stationen Mitteleuropas und erhält als Resultat, dass 52 Fälle der Hypothese günstig und 46 ungünstig sind. Jelinek überlässt es der individuellen Beurtheilung, ob in diesen Zahlen eine Bestätigung der Hypothese liegt, jedenfalls sei das Ueberwiegen der günstigen Fälle kein solches, dass daraus — für Europa wenigstens — praktische Folgen hinsichtlich einer Witterungsvorherbestimmung auf längere Zeit voraus gezogen zu werden vermöchten.

In demselben Jahrgange der Oesterr. Zeitschrift (p. 166) bespricht Jelinek eine weitere Untersuchung Meldrum's über diesen Gegenstand, welche für 18 Stationen ein entschieden günstiges Resultat aufweist (15 günstig, 3 ungünstig) so dass die fleckenreichen Jahre durchschnittlich nahezu 12 % der Regenmengen mehr geben, als die fleckenarmen.

Später bemerkt Meldrum[272]), dass er unter Mithilfe des Materials von Lockyer, Symons und Jelinek 93 Regenbeobachtungsreiben von Stationen in verschiedenen Theilen der Erde untersucht und gefunden habe, dass mit geringen Ausnahmen mehr Regen falle in den Jahren der Fleckenmaxima als der Minima. Europa, Asien und Amerika geben günstige Resultate. In Asien ist bei 3 Stationen 1 (Jerusalem) ungünstig, in Europa liefert allein Frankreich ungünstige Resultate.

Den so entschiedenen Resultaten Meldrum's stehen die zweifelhaften Ergebnisse gegenüber, welche Celloria aus den Mailänder

Beobachtungen (1763—1872) erhielt: dass sich bei den Niederschlägen noch viel weniger, als bei der Temperatur ein Abhängigkeitsverhältniss von den Sonnenflecken nachweisen lasse.

Bei Besprechung der Untersuchungen Meldrum's und Celoria's vergleicht Wolf die Regenmengen von 1840—63 von 10 verschiedenen Stationen und gelangt zu einem Resultate, welches der Meldrum'schen Hypothese nicht ungünstig ist.

Fritz fand für Paris, Bordeaux, Upminster, Zwanenburg, „dass von 1723—66 jedem Minimum eine kleinere Regenmenge als dem vorhergehenden oder nachfolgenden Maximum entsprach, so dass also um die Mitte des vorigen Jahrhunderts das von Meldrum für die Mitte des gegenwärtigen Jahrhunderts gefundene Gesetz ebenfalls Gültigkeit hatte, ja sich noch entschiedener aussprach; dass dagegen vor 1723 und nach 1766 eine Umkehrung eintrat". Ferner constatirte Wolf: „Die Regenminima treten zu der Zeit, wo die beiden Curven im Allgemeinen parallel laufen, um etwa 1½ Jahre früher auf, als die Fleckenminima, die Regenmaxima aber um etwa 1½ Jahre später, als die Fleckenmaxima."

John Brocklesby[273]) benutzte das von Ch. Schott veröffentlichte Material über den Regenfall in den Vereinigten Staaten[274]) und kam zu dem Resultate, dass in den Jahren mit grösserer Fleckenfrequenz eine geringe Tendenz zur Ueberschreitung der mittleren jährlichen Regenmenge vorhanden sei. Von den 5 Maxima und 5 Minima der Sonnenfleckenjahre zeigten 3 Maxima einen Ueberschuss der Regenmenge, während die 5 Minima durchgängig unter dem Mittel liegende Regenmengen ergaben; der mittlere Ueberschuss überhaupt betrug beim Maximum nur 0,04 %, das Defizit beim Minimum nur — 0,10 %.

In den Proceedings of the Royal Society[275]) giebt Meldrum den mittleren jährlichen Ueberschuss der Regenmengen in den Maximaljahren an: für Grossbritannien = 49,3^{mm}, Europa Continent = 92,5, Amerika 131,3, Indien 228,1, Australien 158,2, im Mittel 131,8^{mm}. In 9 Maximaljahren ist in Grossbritannien 7mal der Regen grösser, als in den entsprechenden 7 Minimaljahren; auf dem europäischen Continent sind unter 7 Minimaljahren 6 in ähnlicher Weise günstig, in Amerika 5 unter 6 Jahren, in Indien 4 unter 6 und in Australien 2 unter 3 Jahren. Eine Vergleichung der durchschnittlichen Regenmenge aller Stationen giebt einen mittleren jährlichen Ueberschuss von 178,1^{mm} zu Gunsten der Jahre

des Fleckenmaximums, und 7 unter den 9 Maximumjahren sind günstig.

Der Ueberschuss stammt also nicht von abnormen und zufällig schweren Regen in einem oder zwei Jahren der Sonnenfleckenmaxima, sondern ist offenbar der Ausdruck eines Gesetzes; denn die Jahre der grossen Fleckenhäufigkeit correspondiren mit den regenreichsten Jahren in jedem Theile der Welt.

„Nimmt man 3jährige Perioden der Maxima und Minima und vergleicht man ihre Regenmengen, so findet man, dass eine Zunahme des Regens vom Minimum zum nächsten Maximum und eine Abnahme vom Maximum zur nächsten Minimumperiode die allgemeine Regel ist, mit wenigen localen Ausnahmen, von denen fast alle verschwinden, wenn die Mittel aller Beobachtungen genommen werden. Addirt man den mittleren jährlichen Regenfall aller 5 Gebiete zusammen, so erhält man 91,3 % günstiger Maximum- und Minimumperioden, was darauf hinweist, dass kaum eine Ausnahme existirt von dem Gesetze der Zunahme des Regens in den Jahren des Maximums und der Abnahme in den Jahren des Sonnenfleckenminimums. Von den 9 feuchtesten und trockensten Jahren (der ganzen Erde) liegen 77,8 % innerhalb zweier Jahre der Epochen der Sonnenflecken-Maxima und Minima.

Die Resultate in Betreff des Wasserstandes der Flüsse sind, wie zu erwarten, ähnlich. Die Stände in den Jahren des Maximums sind um einen jährlichen Durchschnitt von 411^{mm} grösser, als jene in den Jahren des Minimums, und von 13 Maximaljahren, die mit 13 Minimaljahren verglichen wurden, sind nur 3, in denen der Ueberschuss nicht zu Gunsten der ersteren ist. Berücksichtigt man die 3jährigen Perioden der Maxima und Minima, so sind 79,4 % von ihnen günstig, indem die Flüsse in der Regel mit der Menge der Sonnenflecken steigen und fallen. Von den 13 ganzen Sonnenfleckenperioden sind 77 % günstig. Von den 15 Jahren, in denen die Wasserstände am grössten waren, liegen 60 % innerhalb zweier Jahre vom Sonnenfleckenmaximum und 61,5 % von den Jahren, in denen die Stände am kleinsten waren, liegen innerhalb zweier Jahre von den Sonnenfleckenminima.

Da die mittlere Dauer der Sonnenfleckenperiode 11,1 Jahre beträgt, während das Intervall vom Minimum zum Maximum etwa 3,7 und vom Maximum zum Minimum etwa 7,4 Jahre beträgt, so müssen die Dauer der Cyclen, des Regens und der Flüsse, wie die Intervalle zwischen den Epochen ihrer Maxima und Minima, sich

denen für die Cyclen der Sonnenflecken nähern, wenn man annimmt, dass diese Cyclen durch eine gemeinsame Ursache verknüpft sind. Es zeigt sich nun, dass dieses wirklich im Allgemeinen der Fall ist. Die Intervalle zwischen den sich folgenden feuchtesten und zwischen den sich folgenden trockensten Jahren sind für Grossbritannien resp. 11,3 und 10,8 Jahre, während das Intervall von den trockensten zu den feuchtesten Jahren 3,9 und von den feuchtesten zu den trockensten 6,8 Jahre ist. Für den Continent von Europa beträgt die mittlere Dauer der Periode 11 Jahre; aber die Intervalle sind weniger günstig, da sie 5,3 vom trockensten zum feuchtesten und 5,2 vom feuchtesten zum trockensten Jahre betragen. Die Resultate für Amerika sind nahezu dieselben. In Indien beträgt die mittlere Dauer der Periode 10,8 Jahre, das mittlere Intervall von den trockensten zu den feuchtesten Jahren 4,5 und von den feuchtesten zu den trockensten 5,8 Jahre. Für Australien erhalten wir eine mittlere Periode von 10,7 Jahren mit einem Intervall von 4,7 zwischen den trockensten und den feuchtesten Jahren und von 5,5 von den feuchtesten zu den trockensten Jahren. Die Mittel aus diesen 5 Gebieten sind: Dauer der Periode = 11 Jahre, Intervall von den trockensten zu den feuchtesten Jahren = 4,8 Jahre, von den feuchtesten zu den trockensten = 5,8 Jahre.

Der mittlere Regenfall der ganzen Erde giebt folgende Resultate: mittlere Dauer der Periode = 10,6 Jahre, mittleres Intervall von den trockensten zu den feuchtesten Jahren = 4,9, von den feuchtesten zu den trockensten 6 Jahre. Für die Wasserstände der Flüsse ist die mittlere Dauer der Periode = 11 Jahre, das mittlere Intervall vom Minimum zum Maximum 3,8 und vom Maximum zum Minimum 6,8 Jahre.“

Meldrum bemerkt ferner, dass die der Theorie günstigen Stationen in der Nähe des Meeres liegen, wo sie dem Winde voll ausgesetzt sind, während die Landstationen mit localen Windverhältnissen ein ungünstiges Resultat geben.

„Ein vollständig befriedigender Beweis für einen Zusammenhang zwischen Sonnenflecken und Regen erfordert, dass diese Schwankung im Regenfalle nothwendig folgen muss aus der Periodicität der Sonnenflecken. Wir können zeigen, dass die beiden Perioden, soweit die Beobachtung geht, gleich sind, dass die Intervalle zwischen ihren Maximal- und Minimal-Epochen gleich, und dass auch die Zeiten der Epochen genau sind, wie man sie erwarten

kann. Es könnte ferner erwartet werden, dass periodische Aenderungen in der Constitution der Sonne, wie sie durch die Sonnenflecken angezeigt werden, Veränderungen in der Atmosphäre hervorbringen müssen. Aber selbst all' dieses zugegeben, kann auch behauptet werden, dass, solange die Möglichkeit vorliegt, die Erscheinungen anders zu erklären, der Beweis unvollständig ist. Es können zwei unabhängige Ursachen thätig sein, von denen die eine einen Sonnenfleckencyclus, die andere einen Regenfallcyclus erzeugt und die beiden Ursachen und Wirkungen können nahezu parallel für eine Reihe von Jahren abgelaufen sein, aber es folgt daraus nicht, dass sie es immer thun werden. Eine solche Möglichkeit kann existiren, aber es scheint, dass sie etwas fernliegend ist, und um, wenn möglich, sie noch entlegener zu machen, möchte es wünschenswerth sein, die Menge der Sonnenflecken und des Regens zu vergleichen für jeden Tag und Monat."

Strachey untersuchte[276]) die von Hunter behauptete 11jährige Periode der Regenmengen zu Madras und berechnete die 64jährige Reihe zuerst nach 11jährigen Perioden, dann nach Cyclen von 4—5 Jahren und dann nach 5jährigen Gruppen, das Maximum und Minimum in der Mitte, und gelangt zu dem Schlusse, dass die 11jährige Periode nicht mit genügender Entschiedenheit aus seinen Zahlen hervorgehe. Diese Ansicht wurde noch durch die Untersuchungen der Regenmessungen zu Bombay, Calcutta und Greenwich bestätigt.

Fritz macht Strachey zum Vorwurfe (p. 129), dass dessen Untersuchungsmethode nicht zum Ziele führen könnte, da die Periode von 11 zu 11 Jahren nur den durchschnittlichen Werth der Fleckenperioden widergiebt, während die einzelnen Perioden sehr starke Längenschwankungen zeigen. Durch eine Ausgleichung der Reihen (1813/76) durch 5jährige Mittel erhielt er eine sehr regelmässig verlaufende Reihe mit ausgeprägten Maxima der Regenmengen in den Jahren 1819, 27, 47 und 71 und weniger ausgeprägten um 1839 und 58. Ausgeprägte Minima traten ein um 1823, 32, 42, 55 und 57. Andererseits fanden die Fleckenmaxima statt 1816, 30, 37, 48, 60 und 71, Minima 1823, 34, 43, 56 und 67. Während die Maxima allerdings grössere Verschiebungen bis zu 3 Jahren erlitten, fielen die Minima fast zusammen.

Nach Lockyer und Hunter fallen sowohl während des Nordost- als während des Südwestmonsums in Madras grössere Regenmengen zur Zeit der Fleckenmaxima, als der Fleckenminima[277]).

Weitere Zusammenstellungen machte Meldrum [278]) im Jahre 1878, als Hunter [279]) die Richtigkeit der von ihm aufgestellten Behauptung nur auf einzelne Gegenden beschränken wollte und zwar jetzt nach einer etwas anderen Methode. Die Zahl der den Extremen vorhergehenden und nachfolgenden Jahre ist durch die Thatsache gegeben, dass vom Minimum zum Maximum ca. 4 Jahre, vom Maximum zum Minimum 7 Jahre sind. Meldrum erhielt folgende mittlere Abweichungen vom Mittel:

Jahre des Cyclus	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
					Max.						
Wolfs Rel.-Zahlen	−31,7	−19,5	+3,5	+28,8	+39,5	+29,5	+10,8	−4,9	−14,8	−21,2	−19,4
Madras 1813/67	−63	+60	+152	+99	−67	−78	−22	+34	+39	−52	−104
Gr. Brit. 1824/67 (54 St.)	−56	−42	+1	+30	+27	+37	+32	+23	+11	−18	−26
Cont. Eur. 1824/67 (42 St.)	−19	−44	−31	+11	+30	+25	+27	+15	−11	−9	+13
Amerika 1824/67 (32 St.)	−69	−22	+23	+13	+6	+34	+52	+21	−7	−16	−32
Edinb., Paris, N. Bedford 1824/67	−54	−28	−14	+29	+46	+78	+48	+15	−22	−40	−6

Die obigen Zahlen sprechen zu Gunsten Meldrum's und stützen sich auf eine grosse Anzahl von Stationen, während sich Hunter mit wenigen und selbst mit einzelnen begnügt.

Während Hunter für Süd-Indien eine 11jährige Periode der trockenen Jahre fand, entsprechend der Periodicität des Regenfalles zu Madras, konnte dagegen Blanford bei einer sorgfältigen Vergleichung der Regenmengen zu Bangalore, Mysore, Bombay, Nagpore, Jubbelpore und Calcutta nur bei Nagpore in Centralindien eine angenäherte analoge Periodicität erkennen. Den Grund dieser Nichtübereinstimmung suchte E. D. Archibald [280]) darin, dass ein sehr bemerkenswerther Cyclus in dem Winterregenfall von Nordindien zwischen dem 20. und 30. Breitegrad existirt, welcher dem Sonnenfleckencyclus entgegengesetzt verläuft, d. h. das Maximum des Winterregenfalles coincidirt mit dem Minimum der Sonnenflecken und umgekehrt. Da nun ein Ausfall des Winterregens in den nördlichen Provinzen, wie in den Jahren 1860/61 (Jahre des Sonnenfleckenmaximums), die Ursache einer schweren Hungernoth werden kann, so würde dieser Zusammenhang zwischen dem Sonnenfleckencyclus und dem Regenfall in Nordindien, d. h. bei zweifelloser Feststellung, für die Administration der nordwestlichen Provinzen und des Panjab nicht unwichtig sein. Theoretisch entspricht dieser Zusammenhang der Auffassung, dass in den Jahren der

Fleckenminima die Einstrahlung der Sonne grösser ist und damit auch die Stärke und Mächtigkeit des oberen Passates, welchem man die Winterregen Nordindiens zuschreibt.

Ausgesprochen zeigen diese Periodicität die Regenbeobachtungen in Calcutta (1837/76), obgleich die Winterregen nicht so reichlich auftreten wie in Nordindien. Für November bis April ergiebt sich folgende Zusammenstellung:

	Min.	Maximum										Min.
	11.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Sonnenflecken-Jahre	1876	77	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76
	1865	66	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
	1854	55	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
	1843	44	—	—	—	37	38	39	40	41	42	43
Regenmengen-Mittel	216	164		151		113*		128		156		216

Unabhängig von Archibald kam Hill zu dem Resultate: „Ich habe den Regenfall von Benares, Allahabad, Agra, Bareilly, Boorkee, Dehra Mussoorie und Naini Tal seit 1861 untersucht und finde, dass im Mittel der totale jährliche Regenfall der Jahre eines Maximums der Sonnenflecken (1861, 69, 70 und 71) um 14% über dem Mittel der ganzen Periode ist, und jener der Minimumjahre (1866, 67, 68) um 4% darunter. Wenn man aber blos den Winterregenfall betrachtet, so beträgt der Defect in den Maximaljahren der Sonnenflecken 21% der mittleren Winterregenmenge und in den Jahren des Minimums der Flecken ist der Regenfall 20% über dem Mittel."

Die Regenmessungen zu Dehra ergeben für die Wintermonate December bis Februar (1861/77):

Jahre der Minima	1865/67	1875/77	Jahre der Maxima	1861/63	1869/71
Regenmenge mm	561	338	Regenmenge mm	66	267

Dagegen erhält man für die Monate des SW-Monsuns Juni bis Oktober:

Jahre der Maxima	1861/62	1869/71	Jahre der Minima	1875/76	1865/67
Regenfall mm	2310	2098	Regenmenge mm	1819	1877

Weiter zeigt Archibald aus den Regenmessungen in Calcutta, dass der Zusammenhang zwischen Regenmenge und Fleckenfrequenz sich in jedem einzelnen Cyclus zeigt[281]):

Periode	Maximumgruppe Jahre 9, 10, 11, 1, 2 d. Cyclus.	Minimumgruppe Jahre 5, 6, 7, 8 d. Cyclus.
1833/43	157	54
1844/54	174	109
1855/65	128	108
1866/76	164	123
Mittel	156	99

Dabei geben die Jahre der absoluten Minima der Sonnenflecken (1834, 44, 56 und 67) ein Mittel von 120^{mm}, diejenigen der absoluten Maxima (1837, 48, 60 und 70) ein Mittel von 72^{mm}.

Später untersuchte Hill die Regenmessungen von 20 Stationen mit mindestens 20jährigen Beobachtungen und erhielt folgende Zusammenstellung der Abweichungen in Procenten des Mittels (ausgegl. durch 3 benachbarte Werthe)[282]:

Cyclus	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11. Jahr.
Sommerregen	+3,6	+7,4	+9,8	+12,6	+7,8	−5,6	−10,8	−8,1	−10,0	−7,0	−0,6
Winterregen	−17,1	−13,6	−18,8	−20,4	−7,8	+23,1	+35,6	+15,7	+10,2	+1,9	−14,9
„ NW-Prov.	−6,8	−0,6	−3,6	−15,5	−17,3	+0,8	+27,3	+24,7	+2,1	−5,6	−5,4

Das Maximum der Winterregen scheint im Mittel mehr als ein Jahr vor dem Minimum der Sonnenflecken einzutreten und das Minimum des Regenfalles in derselben Jahreszeit scheint übereinzustimmen oder zu folgen dem Maximum der Sonnenflecken. Die geringsten Winterregen scheinen der niedrigsten Temperatur nach 0,9 Jahre, die grössten der höchsten Temperatur nach 0,2 Jahre zu folgen; daher scheint in den Tropen die Temperaturvariation Ursache, und die Regenvariation Wirkung zu sein. Es verdient noch bemerkt zu werden, dass Hill aus 60jährigen Beobachtungen (1813/72) dieselbe Variation für London nachweist.

Aus den Regenmessungen zu Modena (1830/75) leitet Ragona folgende Werthe ab[283]. (Abweichungen vom Mittel, gruppirt nach Sonnnenfleckenextremen):

	2	1	Min.	1	2	2	1	Max.	1	2
	−160	−6	+365	−441	+69	+69	−131	−157	+56	+430
	−88	+115	−109	+90	+170	+125	−89	−94	−95	+264
	−90	+238	+59	−101	+73	+73	−62	−61	−329	+234
	−245	−178	+47	−69	+242	−69	+243	−184	−236	+15
	−194	−205	−72	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	−155	−7	+58	−130	+138	+56	−10	−124	−151	+236

Diese Zahlen geben also kein entschiedenes Resultat.

Aus einer Zusammenstellung der mittleren Regenmengen aus dem Zeitraume von 1691—1871 für 76 Stationen aus verschiedenen Theilen der Erde, insbesondere Europa, erhielt Fritz das Resultat, dass dieselben das Meldrum'sche Resultat mehr bestätigen als ihm widersprechen*). „Sehr auffallend“, bemerkt Fritz, „ist die Umkehrung von 1777—1786 und 1799—1817, da für die erstere Periode die gleichen Beobachtungsreihen zur Verfügung stehen wie vorher und nach 1799 theils die gleichen Beobachtungsreihen von

*) Graphische Darstellung siehe Curventafel p. 223.

früher fortgesetzt werden, theils neue Reihen auftreten, die später wieder dem Gesetze des parallelen Ganges der Niederschlagsmengen und Sonnenflecken Ausdruck geben. Geläugnet kann nicht werden, dass sich die Gesammtreihe dann am meisten zu Gunsten von Meldrum ausspricht, wenn das Beobachtungsmaterial am homogensten ist, wenn die Mittel also am zuverlässigsten werden".

Doberck[284]) verglich die Resultate der Regenmessungen am Observatorium von Makree von 1833—1863 mit der Sonnenfleckenfrequenz (r) und erhielt als Relation:

$$\text{Regenmenge} = 1176 + 1{,}51\,(r - 58{,}9).$$

Ist nun in Wirklichkeit ein Zusammenhang zwischen Sonnenflecken und Regenmenge vorhanden, so muss sich dieser auch in den Pegelständen der Flüsse abspiegeln. Um dieses festzustellen, untersuchte Fritz die Pegelstände der Elbe, der Seine, des Rheins, der Weser, der Weichsel und der Donau und fand für die Pegelstände

im 18. Jahrh. zur Zeit der Fleckenmax.	1,34^{m}	Minim.	1,26^{m}
„ 19. „ „ „ „ „	1,19^{m}	„	1,08^{m}
Gesammtreihe „ „ „ „	1,26^{m}	„	1,18^{m}

„Zur Zeit der Sonnenfleckenmaxima fliesst etwas mehr, zur Zeit der Sonnenfleckenminima etwas weniger Wasser in den Flüssen Europas." Weiter ergab eine Vergleichung der Pegelstände des Nils, dass im Allgemeinen die Jahre, in welchen das Hochwasser des Nils unter dem Mittel liegt, den Minimaljahren der Sonnenflecken nahe sind, dagegen die grössten Ueberschwemmungen zur Zeit der Fleckenmaxima eintreten.

G. M. Dawson[285]) in Canada stellte die mittleren Wasserstände der grossen Seeen zusammen. Die regelmässigen Beobachtungen von Kingston ergaben für Toronto am Ontario:

Jahre	1855	56	57	59	60	61	66	67	68
Jahresmittel	452	523	698	726	465	696	236	500	116
Mittel aus je 3 Jahren	—	551	—	—	627	—	—	284	—
Sonnenflecken		Min.			Max.			Min.	

Genau dieselben Resultate geben die Beobachtungen des U. S. Lake Survey für den Ontario-, Superior-, Michigan- und Erie-See, so dass hierdurch also die Meldrum'schen Resultate bestätigt werden.

Im Jahre 1883 veröffentlichte Paul Reis eine Arbeit über die periodische Wiederkehr von Wassernoth und Wassermangel

im Zusammenhang mit den Sonnenflecken [286]), in welcher derselbe nachzuweisen suchte, dass die Hochwasser und die niedersten Wasserstände, ja dass der allgemeine Witterungscharakter einer 110jährigen Periode unterliegt. Für die Häufigkeit der Sonnenflecken haben wir

Maximaljahre	1705	17	27	38	50	61	69	78	89	1804	16	30	37	48	60	70	82
Wolf's Rel.-Z.	49	52	90	85	83	86	106	154	131	73	46	71	138	124	96	139	59

Die 3 Hauptmaxima 1727, 1778 und 1837 sind durch 5 eilfjährige Perioden getrennt, wie denn schon Fritz für die Nordlichter die grosse Periode von 55 (eig. 55,6) Jahren bis vom Jahre 44 v. Chr. an nachgewiesen hat. Reis unterscheidet Hauptmaxima I. Classe (1778) und Hauptmaxima II. Classe 1727 und 1837, so dass die Maxima beider Classen um 110 Jahre auseinander liegen. Es ergeben sich Hauptmaxima I. Classe 0, 112, 223, 334, 445, 556, 667, 778, 889, 1000, 1112, 1223, 1334, 1445, 1556, 1667, 1778. Dem entsprechend theilt Reis die Ueberschwemmungen mit Rücksicht auf die Mainzer Pegelhöhe in Hochwasser I., II. und III. Classe, je nachdem der Pegelstand über 6^m, 5—6^m und unter 5^m betrug. Die Hochwasser I. Classe fielen in die Nähe der Jahre 1778, 1556, 1334, 1112, 889 und 667, bildeten also eine Periode von 220 Jahren. Meistens fanden die Hochwasser I. Classe mehrere Jahre nach den obigen Daten statt: das letzte Hochwasser I. Classe war 1784, also 6 Jahre nach dem Hauptmaximum der Sonnenflecken; nach 1556 ereigneten sich 2 Hochwasser I. Classe 1564 und 1573. Das grösste geschichtlich bekannte Hochwasser war 1342, also 8 Jahre nach dem oben angegebenen Hauptmaximum (1334). Im 12. Jahrhundert fielen die Hochwasser I. Classe auf 1119—1124 mehrere Jahre nach dem Fleckenhauptmaximum 1112, dagegen 886 und 888 fielen sie etwas früher, wenn die Annahme des Fleckenmaximums (889) richtig ist; die übermässigen Ueberschwemmungen von 674 fanden nach dem Hauptmaximum (667) statt. So weit sich ermitteln lässt, fielen die Hochwasser I. Classe in die Zeiten der Fleckenminima, die einem Hauptfleckenmaximum I. Classe in der 220jährigen Periode folgten. Auf das Hauptmaximum 1778 würde das nächste 1998 folgen und demnach wäre vor dem Jahre 2004 kein Hochwasser I. Classe mehr zu befürchten.

In den Zeiten der übrigen Hauptmaxima der 110jährigen Periode (778, 1000, 1223, 1445, 1667, 1889) finden nur Hochwasser II. Classe statt und sind die Fleckenmaxima die Mittel von Hochwassern, die 10—20 Jahre früher oder später auftreten, als die Hauptfleckenmaxima. Im 8. Jahrhundert trat das Hochwasser 784,

6 Jahre nach dem berechneten Maximum auf, das Jahr 1000 ist schon mehr Mittel der Hochwasser 987, 989, 1012 und 1020. Das Hochwasser 1235 folgte dem Hauptmaximum 1223, während 1260 noch ein grösseres gewesen sein soll (auch 1208 und 1209 werden sehr wasserreich genannt). Das Fleckenjahr 1445 ist ein Mittel von 1421, 1424, 1442 und 1480. 1673 und 1651 sollen grosse Hochwasser gehabt haben (um das Mittel 1667). „Das 19. Jahrhundert lässt sich ähnlich an; 2 starke Hochwasser II. Classe 1882 und 1883 und mehrere III. Classe sind schon vor dem berechneten Mittel 1889 eingetreten, die Wahrscheinlichkeit ist gross, dass vor- und nachher noch mehrere stattfinden können."

Reis zieht aus seinen Untersuchungen folgende Schlussfolgerungen, die er, abgesehen von ihrem allgemeinen Interesse, für den Schutz der Uferbewohner gegen die Hochwasserschäden für sehr wichtig hält:

1) Die Ueberschwemmungen sind wesentlich kosmischen Ursprungs.

2) Irdische Verhältnisse, wie z. B. Flusscorrectionen, haben nur einen nebensächlichen Einfluss auf die Ueberschwemmungen.

3) Die Vorausbestimmung der Hochwasser I. Classe gewährt grössere Sicherheit als die Wetterprognosen, die der Hochwasser II. Classe ist nur sicher für die Regelperioden (d. h. „die Perioden, welche die Hochwasser I. Classe enthalten, die auch regelmässig auf die Zeit des Minimums fallen, das einem Hauptmaximum I. Classe der Flecken und Nordlichter folgt, es sind die 1. 3. etc. bis zur 17. von 1770—1882"), dagegen auf grössere Zeiträume beschränkt für die Ausnahmeperioden (d. h. Perioden, die zwischen den Regelperioden liegen: 2. 4. etc., in welchen die berechneten Fleckenhauptmaxima I. Classe nur die Mittel früherer und späterer Hochwasser II. Classe sind).

So anerkennenswerth uns auch die Untersuchungen von Reis erscheinen, so bedürfen doch die sanguinischen Schlussfolgerungen noch einer näheren Prüfung, immerhin aber erscheint es uns bedenklich, diese mit demselben oder gar mit höherem Gewichte in der Praxis in Rechnung zu bringen, als die gegenwärtigen Wetterprognosen, so sehr wir auch von den Mängeln dieser überzeugt sind.

Der Reis'schen Arbeit stelle ich unmittelbar eine Untersuchung über die Wasserstandsverhältnisse des Mississippi gegenüber, welche von von der Gröben mit der grössten Sorgfalt für den Zeitraum von 1819—1880 durchgeführt wurde[287]). Gröben

erhielt folgende Ausflussmengen (Einheit = Würfel von 1000 engl. Fuss = 304,79^{m} Länge, dreijährige Mittel):

Sonnenfleckenmaxima	1829,5	1837,2	1848,6
Abweichung für die Jahre	1830	1838	1850
	— 1900	— 5100	+ 4700

Sonnenfleckenminima	1823,2	1838,8	1844,0	1856,2	1878,9
Abweich. f. d. Jahre	1824	1835	1845	1857	1879
	+ 3000	+ 400	+ 2000	— 600	— 1400

Also von 8 Fällen sind 3 der Meldrum'schen Hypothese günstig, wogegen 5 mit demselben in Widerspruch stehen.

Wird indessen die Methode dahin abgeändert, dass statt der 3jährigen Mittel 5jährige genommen werden, so ergiebt sich allerdings ein umgekehrtes Resultat, nämlich dass von 8 Fällen 5 dem Meldrum'schen Gesetze entsprechen. Ferner wurde noch eine andere Gruppirung vorgenommen, indem von den beobachteten höchsten und niedrigsten Ständen des Stromes ausgegangen wurde, allein es zeigte sich, dass die eine Hälfte ein günstiges, dagegen die andere Hälfte ein ungünstiges Resultat ergab. Interessant ist die Zusammenstellung der Hochfluthjahre mit den Extremen der Sonnenfleckenhäufigkeit:

Hochfluthjahre	1718	70	82	91	1815	16	62		
Nächste Fleckenmaxima	1718,2	69,9	79,5	39,0	16,8	16,8	60,2		
Hochfluthjahre	1735	85	96	99	1809	11	13	65	67
Nächste Fleckenminima	1734,0	84,8	98,5	98,5	1810,5	10,5	10,5	67,2	67,2

Da hier 7 Fälle der ersten Kategorie 9 Fällen der zweiten gegenüberstehen, so folgert Gröben, „dass sich mit Bezug auf die Aussflussmengen des Mississippi nach den vorliegenden Erfahrungen keine Beziehung zur 11jährigen Sonnenfleckenperiode erkennen lasse". Der Verfasser spricht sich auf Grund seiner Untersuchung ganz bestimmt dahin aus, dass die Stromoscillationen mit der 11jährigen Sonnenfleckenperiode nichts zu thun haben.

---

e) Einfluss der Sonnenflecken auf die Bewölkung.

Aus 20jährigen Beobachtungen glaubte Schwabe [288]) zu erkennen, dass zur Zeit der Sonnenfleckenmaxima die Bewölkung grösser sei als zu derjenigen der Fleckenminima. Dem gegenüber behauptete H. J. Klein [289]), dass in fleckenarmen Jahren sich weit mehr trübe Tage zeigten, als in fleckenreichen.

Klein erhielt folgende Häufigkeit der Nimbuswolken (gleichm. dicht bedeckter Himmel):

Flecken-Minima	1855/57	1293
„ Maxima	1859/61	905
„ Minima	1866/68	1201
„ Maxima	1870/71	704.

Fritz stellte die Tage zusammen, an welchen Schwabe keine Sonnenbeobachtungen machen konnte, und erhielt für den Zeitraum 1859—1876 mehr Tage ohne Beobachtung für die Zeiten der Maximaljahre, als der Minimaljahre. Zu einem ähnlichen Resultate kam Hahn durch die Vergleichung der Beobachtungen von Leipzig (1830—60) und Münster (1858—74), nämlich „dass das Maximum der Sonnenflecken von trüben und zugleich kalten, das Minimum von heiteren und durch hohe Wärme ausgezeichneten Sommern begleitet wird,“ dass sich aber für das ganze Jahr die Richtigkeit dieses Satzes noch nicht nachweisen liesse, dass vielmehr gerade die Maximalwinter sich durch strenge Kälte, sowie ganz besonders auch durch andauernde Heiterkeit des Himmels auszeichnen.

Wir geben nachstehend die Zusammenstellungen von Fritz für Bremen [290]) und Breslau [291]), woraus hervorgeht, dass die Anzahl heiterer Tage zur Zeit der Fleckenminima überwiegt.

Bremen.								Breslau.			
Heitere Tage				Trübe Tage				Heitere Tage			
Fleckenmaxima		Minima		Maxima		Minima		Maxima		Minima	
1829/31	133	1833/35	157	1829/31	437	1833/35	407	1803/05	316	1797/99	279
1836/38	110	1842/44	130	1836/38	478	1842/44	402	1815/17	173	1810/12	299
1847/49	83	1855/57	102	1847/49	332	1855/57	331	1829/31	206	1822/24	184
1859/61	43	1866/68	85	1859/61	284	1866/68	296	1836/38	158	1833/35	297
1870/71	78	—		1870/72	256	—		1847/49	133	1842/44	258
Mittel	88		118		357		359		197		262

Hiernach ergeben sich für die Zahl der heiteren Tage zur Zeit der Fleckenminima gegenüber denjenigen zur Zeit der Fleckenmaxima folgende Verhältnisse: für Breslau = 1 : 1,33 und für Bremen = 1 : 1,34.

Nicht im Einklange hiermit stehen die Wahrnehmungen, welche De la Rue, Stewart und Lowey an dem Kew'schen Observatorium machten, dass zur Zeit der Fleckenmaxima mehr Tage zur Aufnahme von Sonnenbildern hell sind, als zur Zeit der Minima [292]).

Bekanntlich hat man schon sehr frühe auf den Zusammenhang der Cirrusstreifen („Polarbande“) mit den Nordlichtern aufmerksam gemacht, und wenn solche Beziehungen thatsächlich sind, so musste man auch zu dem Schlusse kommen, dass die Cirrusstreifen in ihrem Auftreten mit der 11jährigen Fleckenperiode verknüpft sind. In

neuerer Zeit betrachtet man die Cirrusstreifen als die Vorboten der Witterungswechsel, welche den barometrischen Depressionen vorausziehen, eine Ansicht, die wir noch später ausführlich besprechen wollen.

Nach Fritz beobachtete W. Stevenson[293]) zu Dunse in Südschottland:

Jahr	1840	41	42	43*	44*	45	46	47
Cirribänder	166	190	98	57	54	32	16	19
Cirrifibern	—	42	57	23	30	22	17	7
Summe	166 (?)	232	155	80	84	54	23	26
Polarlichter	38	43	42	9	10	13	10	16

Hieraus ergiebt sich ein paralleler Gang der Cirrusstreifen mit den Polarlichtern. Ein ähnliches Resultat erhielt Weber aus seinen Beobachtungen in Peckeloh[294]):

Jahr	1862	63	64	65	66	67*	68
Polarbande	96	68	90	99	69	57	50
Nordlichter	10	7	10	16	9	3	3

H. J. Klein untersuchte die in dem Zeitraum von 1850 bis 1871 in Köln von Garthe angestellten Beobachtungen und gelangte zu folgender Zusammenstellung[295]):

	Cirrus			Cirrostratus			Cirrocumulus			Total			Summe
	6h a. m.	2h p. m.	10h p. m.	6h	2h	10h	6h	2h	10h	6h	2h	10h	
1850/52	47	51	24	60	67	60	23	10	16	130	128	100	358
53/55	36	31	22	70	73	43	3	0	2	109	104	67	280
56/58	59	74	31	70	32	20	22	22	7	151	128	58	337
59/61	114	117	55	69	54	26	25	10	5	208	181	86	475
62/64	151	106	104	64	36	23	3	5	3	218	147	130	495
65/67	100	73	52	55	27	13	0	0	0	155	100	65	320
68/70	82	74	92	97	38	28	0	0	0	179	112	120	411

Die Häufigkeit der Cirrusgebilde nach Jahreshälften unterschieden giebt:

	1850/52	1853/55	1856/58	1859/61	1862/64	1865/67	1860/70
1. Halbjahr	167	123	132	235	236	156	221
2. „	191	157	205	240	259	164	190

„Diese Tabellen“, bemerkt Klein, „beweisen augenscheinlich mit vollster Uebereinstimmung, dass die Häufigkeit der Cirrusgebilde in den Jahren 1850—1870 für den Kölner Horizont eine periodische gewesen ist, deren Minima in die Jahre 1856—1857 und 1865/66 und deren Maxima in die Jahre 1850, 1858/59 und 1870 herum fallen.“ Diese Periodicität ist also derart, dass die Cirri zahlreicher in den Jahren der Sonnenfleckenmaxima als in denen der Minima auftreten.

Hieran schliessen wir einige Zusammenstellungen über Sonnen- und Mondhöfe etc., die wir der Untersuchung von Fritz entnehmen.

Interessant ist die Zusammenstellung der von Tycho Brahe auf Uranienborg beobachteten Sonnen- und Mondhöfe und ähnlicher Erscheinungen[296]).

Jahr	1583	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
Sonnenhöfe etc.	5	4	5	5	6	14	10	6	1	0	2	0	0	2
Nordlichter	18	16	3	5	3	5	5	15	4	0	0	1	0	0

Sophus Tromholdt zu Horsens (Dänemark) erhielt für Blankenese (bis August 1857), Oldenburg (bis 1863) Randers (bis 1873) folgende Tabelle[297]):

Jahr	1857	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67*	68	69	70	71	72
Sonnenhöfe etc.	7	15	27	24	20	16	19	42	29	18	18	24	28	47	32	36
Nordlichter	2	5	13	7	11	9	4	18	13	7	5	17	22	22	18	15

Für Augsburg machte Augustin Stark in seinem meteorologischen Jahrbuch folgende Zusammenstellung für Ringe und Höfe um Mond und Sonne:

Jahr	1813	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23*	24
	53	74	98	50	68	25	38	45	37	42	35	18

Jahr	1825	26	27	28	29	30	31	32	33	34*	35	36	37
	26	24	20	31	49	43	28	22	25	24	28	31	27

Für Dresden giebt Hahn

Jahr	1856*	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67*
Sonnenhöfe	0	0	0	0	2	7	4	1	0	0	0	1
Mondhöfe	0	1	6	4	5	8	7	7	2	0	9	4
Nebensonnen u. Monde	0	1	2	4	7	8	6	3	1	0	0	0
Summe	0	2	8	8	14	23	17	11	3	0	9	5

Für den Staat New-York erhält Hough[298]):

Jahr	1826	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
Sonnenhöfe	—	—	3	1	4	8	1	9	8	12	2	11
Mondhöfe	3	—	8	8	14	11	5	8	14	11	14	15
Jahr	1838	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
Sonnenhöfe	11	17	22	36	58	46	32	38	40	39	32	35
Mondhöfe	14	19	33	15	30	40	31	23	33	37	29	25

---

f) Einfluss der Sonnenflecken auf Gewitter.

Im Jahre 1869 hatte W. v. Bezold in einer Abhandlung über die Häufigkeit zündender Blitze in Bayern[299]) darauf hingewiesen, dass die Zahl der Gewitter auf dem Hohenpeissenberge eine langjährige Periode zu zeigen scheine. Im Jahre 1874 veröffentlichte

v. Bezold eine weitere eingehende Untersuchung über die Häufigkeitsperiode der Gewitter[300]). Das durch diese Untersuchung wahrscheinlich gemachte Resultat formulirt v. Bezold folgendermassen: „Hohe Temperaturen sowohl als fleckenfreie Sonnenoberfläche bedingen gewitterreiche Jahre. Da nun die Maxima der Fleckenbedeckung mit der grösseren Intensität des Polarlichtes zusammenfallen, so folgt daraus, dass beide Gruppen von elektrischen Erscheinungen, Gewitter und Polarlichter einander gewissermassen ergänzen, so dass gewitterreiche Jahre nordlichtarmen entsprechen und umgekehrt.

Ein solcher Zusammenhang zwischen Sonnenflecken und Gewittern bedingt keineswegs die Annahme einer unmittelbaren elektrischen Wechselwirkung zwischen Erde und Sonne, sondern kann einfach eine Folge der von der Fleckenbedeckung abhängigen Grösse der Insolation sein. Diese Aenderung der Insolation würde nach Köppen in den verschiedenen Breiten nicht gleichzeitig, sondern successive fühlbar. Die Gewittererscheinungen hängen nicht nur von den Temperaturverhältnissen des betreffenden Ortes ab, sondern auch von dem Zustande der Atmosphäre an weit entfernten, einer anderen Zone angehörigen Punkten, wie dieses am deutlichsten bei den die Stürme begleitenden Gewittern hervortritt. Auf diese Weise dürfte die eigenthümliche vermittelnde Stellung, welche die Gewittercurve zwischen der Flecken- und Temperaturcurve einnimmt, vielleicht einmal ihre Erklärung finden."

Als Nachtrag giebt v. Bezold noch eine Zusammenstellung von Gutwasser[301]) in Dresden (für 1841—45, 1859—71), welche, in Uebereinstimmung mit dem bayerischen Materiale, ein Minimum 1842 und 1844 und ein noch entschiedeneres Steigen der Curve von dieser Zeit an aufweist:

Jahr	1841	42	43	44	45	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Blitzschläge	14	9	16	8	14	64	77	83	44	64	70	103	92	112	138	76	122	105

In einer späteren Abhandlung[302]) sagt v. Bezold: „Diese Bemerkung (dass es den Anschein habe, als bestehe zwischen der Sonnenfleckenperiode und jener der Gewitterhäufigkeit ein gewisser Zusammenhang) ist mehrfach missverstanden worden, indem sie als förmliche Behauptung hingestellt wurde, während ich sie nur mit Vorsicht ausgesprochen habe. Den eigentlichen Schlusssatz der betreffenden Abhandlung habe ich freilich etwas positiver formulirt, doch habe ich das Resultat ausdrücklich nur als „ein wahrscheinlich gemachtes" bezeichnet. Jedenfalls lag mir der Gedanke vollkommen

fern, durch diese Arbeit den Zusammenhang zwischen Gewittern und Sonnenflecken wirklich nachgewiesen zu haben, sondern ich wollte nur zeigen, dass lange Beobachtungsreihen die Existenz eines solchen Zusammenhanges sehr wahrscheinlich machen".

Klein vermuthet aus den Beobachtungen zu Hohenpeissenberg, Prag, Mailand und Köln, dass in der Gewitterhäufigkeit seculäre Schwankungen vorkommen, hält aber das Material für unzureichend, um daraus mehr als allgemeine Vermuthungen zu ziehen [303]).

Hahn bemerkt in seiner oben erwähnten Schrift (p. 160), dass die von ihm untersuchten Beobachtungsreihen „durchaus keine Spur einer 11 jährigen Periode erkennen lassen". Dasselbe Resultat hatte Fritz aus den Beobachtungsreihen von 21 verschiedenen Stationen für den Zeitraum zon 1800—1855 erhalten [304]). In seiner Preisschrift stellte er die Beobachtungsresultate von 63 Stationen zusammen, von welcher Zusammenstellung wir hier einen Auszug (für 1800—1875) wiedergeben (nicht ausgeglichene Zahlen):

	Gegend südl. von den Alpen.	Alpen und nördl. davon.	Central-Europa.	Nordsee-Küstenland.	Nördl. Europa und England.	Amerika.		Gegend Südl. von den Alpen.	Alpen und nördl. davon.	Central-Europa.	Nordsee-Küstenland.	Nördl. Europa und England.	Amerika.
	5 St.	12 St.	16 St	7 St.	12 St.	6 St.							
1801	19	—	19	—	—	—	1839	20	18	24	18	18	14
2	12	—	21	—	—	—	40	25	22	17	12	9	21
3	17	—	21	—	—	—	41	19	18	19	15	18	18
4	16	—	28	—	—	—	42	22	24	11	16	17	15
5	21	—	15	—	—	—	43*	13	13	14	14	17	19
6	22	—	15	—	—	—	44*	19	16	20	16	16	22
7	23	—	22	—	—	—	45	24	22	20	16	21	19
8	24	—	21	—	—	—	46	25	29	20	17	24	16
9	27	—	15	—	—	—	47	24	23	17	13	23	20
1810*	23	—	19	—	—	—	48	18	24	18	15	18	12
11*	30	—	25	—	—	—	49	21	36	13	14	18	12
12	24	—	18	—	—	—	1850	21	28	18	15	20	30
13	23	8	18	—	—	—	51	17	23	18	13	17	26
14	25	9	12	—	12	—	52	21	21	27	21	19	16
15	30	19	18	—	27	—	53	13	22	21	17	19	19
16	22	17	17	—	30	—	54	9	20	17	14	20	19
17	17	12	27	—	15	—	55	18	24	22	16	25	17
18	24	20	19	—	9	—	56*	13	24	24	16	18	14
19	25	24	24	—	36	—	57	23	22	18	22	32	16
1820	27	22	26	—	23	—	58	20	22	16	20	14	21
21	25	19	21	—	20	—	59	25	31	22	25	22	19
22	27	25	31	—	21	—	1860	17	19	17	17	19	36
23*	27	19	21	—	32	—	61	14	21	19	23	19	20
24	19	21	19	—	24	—	62	16	23	18	21	21	20
25	20	13	15	—	22	—	63	15	22	17	15	21	16
26	26	22	20	—	18	—	64	10	22	14	8	10	16
27	31	22	33	—	14	—	65	10	22	19	21	19	20
28	24	20	27	—	23	—	66	17	25	22	21	24	19
29	21	18	17	19	16	—	67*	28	29	27	25	20	19
1830	19	20	18	20	16	—	68	18	38	26	22	21	22
31	23	27	21	14	8	—	69	10	28	22	14	17	28
32	16	18	21	18	10	—	1870	12	40	20	17	18	26
33	16	18	18	11	11	—	71	11	22	21	19	—	24
34*	20	20	18	18	16	—	72	12	30	23	20	—	24
35	18	23	16	14	18	32	73	—	38	28	16	—	24
36	17	20	16	11	19	6	74	—	17	25	17	—	29
37	21	18	17	18	12	12	75	—	—	—	—	—	10
38	16	18	18	15	17	14							

Fritz findet, dass sich für die 3 den Fleckenmaxima und Minima zunächst gelegenen Jahre aus den einfachen Mitteln ergeben:

	Fleckenmaxima	Fleckenminima	
für das 18. Jahrhundert	19	19	Gewitter.
„ „ 19. „	20	21	

„Unsere Untersuchung ergiebt somit“, so lautet das Resultat, „dass die Gewittermaxima und -Minima nicht an die entsprechenden Epochen der Sonnenflecken, sei es in übereinstimmender, oder in umgekehrter Weise, gebunden sind.“

Im Kanton Zürich entstanden durch Blitzschlag Feuersbrünste[305])

1851	52	53	54	55	56*	57	58	59	60
13	7	6	2	1	0	1	4	8	5

Der Gang dieser Zahlen entspricht auffallend dem Verlauf der Sonnenfleckencurve.

Aus den schweizerischen Assecuranzlisten fand Fritz folgende Anzahl von zündenden Blitzen:

a) in den Kantonen Thurgau und Zürich:

1809	10*	11*	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
2	3	4	3	2	0	1	3	1	1	4	3	3
1822	23*	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34*
7	3	1	0	2	2	4	3	4	7	4	6	3

b) in den Kantonen Bern, Luzern, Thurgau und Zürich:

1835	36	37	38	39	40	41	42	43*	44*	45	46	47
20	19	7	7	13	15	11	17	5	13	12	24	14
1848	49	50	51	52	53	54	55	56*	57	58	59	60
14	22	14	28	27	19	5	8	13	10	13	29	19

c) im Kanton Bern:

1861	62	63	64	65	66	67*	68	69	70	71	72
7	8	11	4	6	10	5	21	18	17	18	6

Mit geringem Uebergewicht liegen hier die Gewittermaxima den Fleckenmaxima häufiger nahe, als den Fleckenminima.

Schliesslich theilen wir noch im Auszuge die Tabelle mit, welche v. Bezold in seiner neuerlichen oben citirten Arbeit giebt und die sowohl wegen des reichen darin verwendeten Materials als wegen der gründlichen Verarbeitung desselben Vertrauen verdient, wenn auch das Resultat von dem Fritz'schen abweicht. Das Jahr ist das Rechnungsjahr von Oktober zu Oktober; die Anzahl der Fälle zündender Blitze ist auf 1 Million Gebäude reducirt, und die rohen Zahlen sind nach der Formel $(a + 2b + c) : 4$ abgerundet.

Jahr.	Fälle		Jahr.	Fälle		Jahr.	Fälle		Jahr.	Fälle	
	roh.	abger.		roh.	abger.		roh.	abger.		roh.	abger.
1833	17	—	1848	26	25,0	1863	69	61,3	1878	87	91,1
34*	56	43,3	49	22	24,0	64	55	62,4	79	90	87,5
35	45	40,0	1850	26	26,8	65	72	59,3	1880	83	93,7
36	14	27,5	51	32	34,1	66	40	57,3	81	119	103,5
37	37	27,9	52	46	45,2	67*	78	76,7	82	92	—
38	24	29,3	53	58	47,8	68	112	92,0			
39	32	31,7	54	33	42,2	69	66	76,2			
1840	39	33,7	55	45	47,5	1870	61	68,8			
41	26	27,7	56*	66	58,6	71	88	79,3			
42	21	22,3	57	58	58,4	72	81	94,1			
43*	22	21,6	58	52	53,9	73	127	105,3			
44*	22	24,8	59	53	51,2	74	86	104,5			
45	34	34,7	1860	47	50,0	75	119	98,3			
46	49	39,9	61	54	51,9	76	71	90,2			
47	28	32,4	62	53	57,1	77	101	89,8			

v. Bezold fasst die Resultate seiner interessanten Untersuchung folgendermassen zusammen:

„Die Häufigkeit der zündenden Blitze reducirt auf die gleiche Anzahl versicherter Gebäude hat seit dem Anfange der 40er Jahre dieses Jahrhunderts, abgesehen von kleineren Schwankungen, eine beinahe ständige Zunahme erfahren, so dass die Gefährdung durch Blitz innerhalb des genannten Zeitraumes auf mehr als das Dreifache gestiegen ist. Die genannten kleineren Schwankungen scheinen einer Periodicität unterworfen zu sein, so zwar, dass auf jede Sonnenfleckenperiode zwei solcher Perioden treffen und dass einem Maximum der Sonnenflecken jederzeit ein Minimum von zündenden Blitzen entspricht."

---

g) Einfluss der Sonnenflecken auf Hagelfälle*).

Umfassende und gründliche Untersuchungen über die Beziehung der Sonnenflecken zu den Hagelfällen wurden von Fritz angestellt[306]). Wir wollen nur die Hauptresultate seiner Arbeiten hier anführen.

Für Italien, Belgien, Holland, Oesterreich, Süddeutschland, Schweiz, Norddeutschland, Grossbritannien, Skandinavien, Russland, Amerika, Ostindien und Nordafrika findet Fritz als Jahre grösster Hagelhäufigkeit

	1804	18	28	38	49	59	69	entsprechend dem Jahre der
Sonnenflecken = Maxima:	1804	16	29	37	48	60	70	

*) Vergl. Curventafel, Fig. 4 p. 223.

so „dass zur Zeit der Fleckenmaxima die Hagelfälle häufiger sind, als zur Zeit der Fleckenminima".

Eine Untersuchung dieser Verhältnisse im 18. Jahrhundert ergiebt dasselbe Resultat und ferner, dass genau ebenso, wie im ersten und letzten Drittel des vorigen Jahrhunderts Sonnenflecken und Nordlichter häufiger waren, als zu Anfang und Ende und in der Mitte, zwei solcher Maxima hervortraten (1720—30 und 1770—90).

Nach Besprechung aller dieser Untersuchungen suchen wir uns nun ein Urtheil über den wahrscheinlichen Sachverhalt zu bilden. Zunächst erscheint es uns zweifellos, dass in der That Beziehungen zwischen den Sonnenflecken und den meteorologischen Vorgängen bestehen, Beziehungen, die, wenn sie genau ihrer Eigenartigkeit und ihrer Grösse nach gekannt wären, jedenfalls für die ausübende Witterungskunde mit Erfolg verwerthet werden könnten. Es ist wahrscheinlich, dass die periodischen Veränderungen in der Atmosphäre nicht direkt durch die Sonnenflecken veranlasst werden, sondern dass beide Erscheinungen durch eine gemeinschaftliche oder mehrere neben einander wirkende Ursachen hervorgebracht werden, wodurch eine Verschiebung der Perioden gegen einander ermöglicht wird. In Bezug auf die einzelnen meteorologischen Elemente erscheinen folgende Resultate wahrscheinlich:

1) Temperatur. Die von Köppen nachgewiesene genaue Uebereinstimmung der Temperatur- und Sonnenfleckencurve seit 1816 und die Umkehrung von 1779—1816 erscheint räthselhaft, allein berechtigt nicht, den Zusammenhang der Sonnenflecken mit den Wärmeverhältnissen ganz aufzugeben. Es ist abzuwarten und genau zu untersuchen, ob die Umkehrung nicht eine periodisch wiederkehrende und welchen Bedingungen sie unterworfen ist.

2) Luftdruck. Der Zusammenhang scheint für Südasien ganz bestimmt nachgewiesen, und ist derart, dass die höheren Barometerstände den Maxima, die niederen den Minima der Sonnenflecken entsprechen. In welcher Weise die Compensation, welche wegen der sich gleichbleibenden Gesammtluftmasse gefordert wird, erfolgt, bleibt unentschieden.

3) Cyclonen und Winde. Für die Cyclonen gilt das von Meldrum aufgestellte Gesetz, dass ihre Häufigkeit mit der Sonnenfleckenfrequenz zunimmt. Dasselbe gilt für die Windstärke; eine

bestimmte Beziehung der Windrichtung zu den Sonnenflecken kann mit irgend einer Wahrscheinlichkeit noch nicht aufgestellt werden.

4) Niederschläge. Wie die Cyclonen, so nehmen auch die Niederschläge mit der Fleckenhäufigkeit zu. In ähnlicher Beziehung scheinen auch die Wasserstände der Flüsse im Allgemeinen zu stehen, jedoch scheinen die Aenderungen der Wasserstände auch noch von anderweitigen, oft localen Einwirkungen beeinflusst zu werden.

5) Bewölkung. Die bis jetzt gemachten Untersuchungen reichen nicht hin, sich ein bestimmtes Urtheil über den Zusammenhang der Bewölkung mit den Sonnenflecken zu bilden.

6) Gewitter und Hagelfälle. Während es schwierig ist, über die Gewitter sich zu einer begründeten Ansicht zu entscheiden, können wir annehmen, dass die Häufigkeit der Hagelfälle sich in demselben Sinne ändert, wie die Häufigkeit der Sonnenflecken.

Hiernach ist ein Zusammenhang der Sonnenfleckenhäufigkeit mit den Veränderungen unserer Atmosphäre wohl nicht zu leugnen, allein der periodische Gang der Witterungserscheinungen in Bezug auf Fleckenhäufigkeit ist so vielen dem Wesen nach unbekannten Störungen ausgesetzt, dass es wohl nicht möglich ist, hierauf Wetterprognosen auf längere Zeit voraus mit nennenswerthem Erfolge zu stellen[307]).

VII. Wetterregeln.

Alle vorstehenden Untersuchungen haben zur Genüge gezeigt, dass wir nach dem jetzigen Stande unseres Wissens von den vermeintlichen und wirklichen kosmischen Einflüssen eine für die Praxis verwerthbare Grundlage für die Wetterprognose zunächst noch nicht erwarten können. Ist also unser Resultat auch der Hauptsache nach ein negatives, so kann es immerhin als ein grosser Fortschritt in unserer Erkenntniss bezeichnet werden, dass wir jetzt über den wahren Sachverhalt im Klaren sind und uns von allen Vorurtheilen und allen abergläubischen Ideen befreit haben, die nicht anders als nachtheilig auf die Entwickelung unserer Erkenntniss wirken können. Ausserdem dürften die vorstehenden Untersuchungen zu der Ueberzeugung geführt haben, dass eine sorgfältige Prüfung jeder Hypothese durchaus nothwendig ist, und diese nicht eher als gültig angenommen und der Praxis überwiesen werden kann, als die Realität

derselben durch zuverlässige und möglichst viele Beobachtungen zweifellos nachgewiesen ist.

Wir haben nun noch eine Reihe von Ansichten und Meinungen zu betrachten, welche ebenso, wie die astrologischen Ideen, dem grauen Alterthum entsprungen sind und die in der Jetztzeit aus gebildeten Kreisen zwar fast vollständig geschwunden sind, die aber vielfach beim Landmann noch in hoher Achtung stehen und bei seinen landwirthschaftlichen Beschäftigungen und Speculationen nicht wenig in's Gewicht fallen. Ich meine die aus gewissen Erscheinungen des Thier- und Pflanzenlebens oder der unbelebten Natur abgeleiteten Wetterregeln, die Bauernregeln und Loos- oder Noteltage.

Von diesen Wetterregeln finden wir im Alterthum eine so reiche Blumenlese, dass eine auch nur annähernd vollständige Zusammenstellung derselben unthunlich wäre, aber immerhin ist es nicht ohne culturhistorisches Interesse, einige derselben wieder an's Licht zu ziehen, um zu zeigen, wie aus diesem Wunderschatze der Wetterphantasien die späteren Jahrhunderte geschöpft haben, um sie in den Bauernregeln zu verewigen und auf unsere Zeit zu vererben.

In seinen Hauslehren singt Hesiod (V. 486, Voss):

„Wenn dir zuerst guckguckt aus sprossender Eiche der Guckguck,
Dass sich freuet der Mensch in der Erd' unermesslichen Räumen;
Dann wohl regnet von Zeus dreitägiger Regen in ein's fort."

Eine ganze Reihe von Vorzeichen des Regens, der Winde, des schlechten und schönen Wetters finden wir bei Theophrastos[308]).

Als Vorzeichen von schlechtem Wetter (Regen, Sturm) bezeichnet er die dunkel untergehende Sonne, das schaarenweise Fliegen der Kraniche und Umwenden derselben im Fluge, das vermehrte Schnattern der Gänse, die früh singenden Sperlinge und Zeisige, den am Abend schreienden Raben, vom Meer zum Land fliegende Vögel u. s. w.

Frühen Winter bedeutet es, wenn die Thiere sich vor der Zeit begatten, strengen Winter, wenn Ochsen und Kühe die Erde mit den Füssen scharren und in Haufen und mit hart an einander gelegten Köpfen schlafen, ebenso wenn der Hund mit dem Fusse die Erde aufgräbt u. s. w.

Wenn ein Feuer nicht brennen will, oder eine Lampe sich nicht entzünden lassen will, oder diese bei heiterem Himmel geräuschlos brennt, so ist schlechtes Wetter wahrscheinlich, und wenn die Asche rasch zusammenhält und nicht zerstäubt, oder wenn etwaige Schuppen entstehen, oder wenn sich die Lampe mit hirse-

ähnlichen Spuren bedeckt und um die ruhige Flamme ein Ring von Schuppen sich ansetzt, so ist im Winter Schnee zu erwarten.

Auf einen Herbst, der ruhiger als gewöhnlich ist, folgt meistens ein kalter Frühling. Fängt der Winter zu frühzeitig an, so hört er auch früh auf und bringt einen schönen Frühling, und umgekehrt. Auf einen regenreichen Winter folgt ein trockener, und auf einen trockenen Winter ein schöner Frühling.

Wenn der Frühling und Sommer am Ende kalt und im Herbst die Luft heiss und windstill ist, so ist ein heftiger Wind zu erwarten. Wenn die Steineiche sehr viele Früchte trägt, so bedeutet es sehr schlechtes Wetter, sowie auch, wenn auf einem hohen Berge eine Wolke aufrecht steht.

Wenn die Bienen nicht weit ausfliegen und bei ruhiger Luft an ihren Körben bleiben, so bedeutet dieses schlechtes Wetter, ebenso wenn der Wolf heult. Sehr schlechtes Wetter ist in Aussicht, wenn im Herbste eine grosse Anzahl Wespen sich zeigt, wenn weisse Vögel oder wilde Thiere an bewohnte Orte kommen, so ist Nordwind und starker Winter zu erwarten.

Wenn der nach West liegende Theil des Berges Parnethes von Wolken umgürtet ist, so ist dieses ein Vorbote schlechten Wetters. Auf grosse Schwüle und Hitze folgt starker Winter und auf vielen Regen im Frühjahr folgt grosse Hitze und Schwüle. Wenn im Herbste grosse Ruhe herrscht, wird der Frühling kalt und auf einen späten und kalten Frühling folgt ein kaltes Ende des Sommers und ein schwüler Herbst.

Heiteres Wetter verkündet die Sonne, wenn sie nach reinem Untergange am vorhergehenden heiteren Tage rein und fleckenlos und nicht feurig aufgeht, ebenso verhält es sich mit dem Vollmond. Wenn die Mondshörner nach dem 3. Tage rein sind, wenn die Berge reine Spitzen haben, wenn Wolken sich um das Meer ausbreiten und nach Regen beim Untergange erzfarben aussehen, wird der folgende Tag meistens heiter oder doch wenigstens ganz oder fast regenlos sein. Aussicht auf heiteres Wetter geben ferner die Kraniche, wenn sie hoch fliegen und nicht umkehren, die Nachteulen, die bei schlechtem Wetter schreien.

Entsteht bei Nordwind ein weisser Nebel gegen Norden, und dichter feuchter Nebel im Süden, so ändert sich das Wetter zum Bessern. Wenn die Lampe geräuschlos brennt und an ihrem äussersten Ende gleichsam glänzende Hirsekörner erscheinen, ist schönes Wetter wahrscheinlich.

Die Frucht des Mastixbaumes bezeichnet die 3 Zeiten der Saat und zwar giebt die erste Frucht das Vorzeichen für die erste, die zweite für die zweite und die dritte für die dritte Saat, so dass sich nach dem Gewichte und der Zeitigung dieser Früchte auf die Beschaffenheit der künftigen Saat schliessen lässt.

Wenn es am Anfange des Winters trübe und warm ist, und die Winde ohne Regen aufhören, so entsteht im Frühjahre Hagel. Wenn nach der Frühlingsnachtgleiche Nebel einfallen, so verkünden sie Winde auf den 7. Monat.

Die Φαινόμενα oder Wetteranzeichen des Aratos sind nicht minder reichhaltig und oft sogar wörtlich von Hesiod, Aristoteles und Theophrastos entlehnt. Wir wollen der reichen Sammlung nur einige entlehnen: Wenn die Mücken mehr als gewöhnlich beissen, die Gänse schnatternd zum Frasse eilen, die Krähen Nachts krächzen, alle Vögel vom Meere fliehen und hohle Löcher suchen, so bedeutet dieses Sturm. Traue auch dem Wetter nicht, wenn die Spinnen bei Windstille Fäden ziehen. Die Anzeichen an der Steineiche, dem Mastixbaum, dem Lichtzustande der Lampen sind unverändert Theophrast entlehnt.

Dass Cicero viel auf solche Wettervorzeichen gehalten, geht daraus hervor, dass er die Regeln des Aratos in lateinische Verse gebracht hat, von welchen nur einige Fragmente erhalten sind. In die Zeit Cicero's fällt auch die von Figulus besorgte Uebersetzung der Donnerbücher (ἐφήμερος βροντοσκοπία), in welchen für jeden Tag des Jahres die Bedeutung des Blitzes und Donners angegeben sind.

Eine reichliche Auswahl Wetterregeln, dem Aratos entnommen, bringt Vergil in seinem Gedichte des Landbaues.

Aus diesen verhältnissmässig wenigen Angaben geht hervor, dass im Alterthume dieselben oder ganz ähnliche Wetterregeln überall verbreitet waren, die noch heutzutage von unseren Landwirthen festgehalten werden. Sind diese Wetterregeln auch nichts anderes, als die willkürlichsten Verbindungen zufälliger Erscheinungen ohne hinlängliche Erfahrungen, ohne haltbare Grundlage und meistens hervorgegangen aus dem Spiele der Dichter-Phantasie, so haben sie sich dennoch als bleibende Monumente des Alterthums erhalten und zwar aus dem einfachen Grunde, weil sie durch keine bessere ersetzt wurden und ersetzt werden konnten. Die Beschaffenheit des Wetters übt auf alle Lebensverhältnisse, auf die Berufsklassen aller Bevölkerungsschichten jedes Landes einen so hervorragenden

Einfluss aus, dass Jeder ohne Ausnahme Interesse daran hat, die künftige Witterung vorher zu wissen, um sich bei seinen Unternehmungen danach zu richten. Nun aber war die Meteorologie bis zur Neuzeit nicht im Stande, auf die Frage nach dem zukünftigen Wetter irgend eine genügende Antwort zu geben, und wo sie mit der Lösung des Problems heraustrat, zeigten sich früher oder später die trügerischen Grundlagen, worüber die Luftgebäude jählings zusammenstürzten. Da also die Wissenschaft zuverlässige Regeln nicht bieten konnte, so blieb nichts weiter übrig als die alten Regeln beizubehalten, diese durch eigene und fremde Erfahrungen zu modificiren oder durch neue zu ersetzen.

Der einzig richtige Weg, diese Wetterregeln zu prüfen, ist die Vergleichung derselben mit umfassenden und zuverlässigen Beobachtungen. Eine solche Untersuchung wurde am Ende des vorigen Jahrhunderts durch Pilgram (siehe oben) in umfassender Weise vorgenommen, indem er die verschiedenen Jahre und Jahreszeiten mit einander verglich, für die Aufeinanderfolge ganzer Jahre oder grösserer Zeitabschnitte Perioden suchte, die sogenannten Loostage, die Veränderungen am Himmel, an Thieren, Pflanzen und leblosen Gegenständen untersuchte. Allein diese Untersuchung ergab das Resultat, „dsss alle Gegenstände der Wetterkunde so untereinander verflochten sind und von so vielen Zufällen und Nebenumständen abhängen, dass sie sich nie mit einer gesicherten Zuversicht vorsehen lassen“.

In der neueren Zeit wurden die gebräuchlichsten Wetterregeln, insbesondere die Bauernregeln und Loostage auf Grund der vieljährigen Karlsruher Beobachtungen von Eisenlohr geprüft[309]), und dieser hat dadurch zwar weniger der Wissenschaft als dem Volke genützt, indem er manche irrige Ansicht durch die richtige ersetzte und so zur Beschränkung des Aberglaubens wesentlich beitrug.

Ohne uns auf die Wiedergabe der Wetterregeln einzulassen[310]), wollen wir hier die Hauptergebnisse wiedergeben, zu welchen Eisenlohr gelangte. Unter den 93 geprüften Wetterregeln waren 9 richtige, 11 unter gewissen Bedingungen ziemlich zuverlässige, 17 unsichere oder wenig zuverlässige, 44 ohne besonderen Werth oder ganz zu verwerfen und endlich 12 ganz unrichtig.

Die richtigen oder ziemlich zuverlässigen Regeln gründen sich entweder auf bestimmte Gesetze, nach welchen der Gang der Witterung in unseren Gegenden sich richtet, oder sie sind davon unabhängig und mehr landwirthschaftliche Erfahrungen, z. B.:

„Wenn der Tag anfängt zu langen, kommt die Kält' erst angegangen."

„Ist der April auch noch so gut, er schneit dem Bauer auf den Hut."

„St. Georg und Marx drohen oft viel Arg's."

„Nachtfröste sind schädlich, Winde gut."

Pancratius, Servatius und Bonifacius sind drei Eismänner; nach Servatius folgt kein Frost, nach Bonifacius kein Schnee mehr; wenn Pancratius und Servatius vorüber ist, kann man erst auf beständige Wärme rechnen.

„Nach Medardus soll der Frost dem Weinstock nicht mehr gefährlich sein."

Ist das Wetter drei Sonntnge vor Jacobi schön, so giebt es gutes Korn, wenn das Wetter anhält; regnet es, so bringt es schlechtes Korn hervor.

„Nach Martini scherzt der Winter nicht."

Die unsicheren und weniger zuverlässigen Regeln geben meistens das zukünftige Wetter und das Gedeihen der Früchte nach zuweilen auffallend auftretenden Erscheinungen. Diese sind im Allgemeinen ebenso zuverlässig, als ihr Gegentheil. Verwerflich sind diejenigen, nach welchen von der Witterung eines einzelnen Tages, sogar eines beweglichen Festtages, das zukünftige Wetter auf längere Zeit oder das zukünftige Gedeihen der Früchte abhängt. Die unrichtigen Wetterregeln gründen sich auf ganz falsche Beobachtungen oder auf das Vorurtheil, dass allen ungewöhnlichen Witterungserscheinungen eine rasche Ausgleichung folgen müsse.

Wie wir sehen, bleibt aus der Unmasse von Wetterregeln so gut wie nichts Brauchbares für die Wetterprognose übrig, und was übrig bleibt, ist für die Praxis kaum verwerthbar.

Auch die Himmelsschau oder das ganze Ansehen des Himmels und der uns umgebenden Atmosphäre giebt uns sehr wenig Anhaltspunkte zur Beurtheilung des kommenden Wetters, so dass selbst die vielgepriesene Schäferweisheit hier wenig nützen kann. Alle diese Anzeichen spiegeln nur den augenblicklichen Witterungszustand wieder und können in gegebenen Fällen höchstens nur auf Stunden eine Aenderung des Wetters angeben, die man aber erst dann versteht und richtig deuten kann, wenn man von der allgemeinen Wetterlage auf grösserem Gebiete genau unterrichtet ist. Die Erscheinungen der Morgen- und Abendröthe, das Funkeln der Sterne, das Steigen und Fallen der Nebel, die Thau- und Reifbildung, die Dichtigkeit der Atmosphäre, das Wasserziehen der Sonne, das Beschlagen der Wände, das Rauchen der Schornsteine, das Brauen der Berge, und wie die geläufigen Wetteranzeichen alle heissen

mögen, sind trügerische Propheten; keine Theorie, keine aus langen Beobachtungen vorurtheilsfrei gewonnene Erfahrung spricht für die Zuverlässigkeit dieser Wetterzeichen in Bezug auf künftige Witterung. Nur die aufmerksame Beobachtung der Wolken und besonders der hohen Cirruswolken, die uns Aufschluss geben über die Vorgänge in den höheren Regionen der Atmosphäre, können, in Verbindung gebracht mit der allgemeinen Wetterlage, für die Wetterprognose eine sehr verwerthbare Grundlage abgeben, und wir werden die Bedeutung derselben desshalb später noch eingehend zu betrachten haben.

Schon mehr den Forderungen der Wissenschaft entsprechend, aber dennoch ungenügend und erfolglos war die Methode, welche insbesondere von Stieffel und Eisenlohr angewandt wurde, um die Witterung auf längere Zeit voraus zu bestimmen. Von dem Grundsatze ausgehend, dass jede Jahreszeit, jeder Monat und jede Tageszeit ihre bestimmten Witterungscharaktere haben, und dass den Umwandlungen der Witterungserscheinungen bestimmte Gesetze zu Grunde liegen, liessen die Möglichkeit vermuthen, aus den vieljährigen Beobachtungen den wahrscheinlichen Gang des Wetters in der jährlichen Periode im voraus anzugeben. Zu diesem Zwecke wurden nun zunächst die mittleren Witterungsverhältnisse des Jahres, der Jahreszeiten, der einzelnen Monate und Tage aus den vieljährigen Beobachtungsreihen für eine bestimmte Gegend berechnet, dann wurden diese Durchschnittsergebnisse durch die Stellungen des Mondes und andere Einflüsse modificirt, und so erhielt man dann den wahrscheinlichen Gang der Witterung während eines ganzen Jahres. Da aber nach der Ansicht von Stieffel[311]) jedes Jahr wieder ein absolut einzelnes ist und sich im Ganzen und Einzelnen von der Regelmässigkeit, welche auf Durchschnittzahlen aus allen Jahren sich gründet, entfernen muss, indem beispielsweise der Wechsel des „Polar- und Aequatorialstromes" Verschiebungen erleidet, oder die Perioden des Monats einige Tage früher oder später den Charakter wechseln, so erscheint es unthunlich, die Witterung auf mehrere Monate, ein Jahr oder gar auf mehrere Jahre vorauszusagen. Indessen hält es Stieffel für möglich, den Witterungscharakter auf etwa 4 Wochen vorher zu sagen, wenn man unter Zugrundelegung des durchschnittlichen Witterungscharakters und der Perioden in einem Monat, sowie des Mondeinflusses, aus dem Charakter der gegenwärtigen Witterung und seiner Dauer erwägt, welchen Einfluss derselbe auf die Perioden der folgenden haben werde, welches

dann auf Regeln führt, welche Stieffel jedem Monat beigiebt. „Beobachten wir täglich zu bestimmten Stunden und auch ausser diesen, wenn es uns gefällt, vor allem die Windrichtung, dann das Barometer, Thermometer und den Feuchtigkeitszustand der unteren Luftregion; erwägen wir auch die Himmelsbeschaffenheit oder die Art der Dunst- und Wolkenbildung, vergleichen wir diese Erscheinungen mit dem Charakter des Monats, des Tages und der Tageszeit, dann mit der kurz vorhergegangenen Witterung, also mit dem gegenwärtigen wirklichen Charakter derselben, dann sind wir im Stande, auf kürzere oder längere Zeit eine Wetterveränderung mit grosser Wahrscheinlichkeit vorauszusehen.“ Aus solchen Andeutungen, wozu Stieffel auch noch die Veränderung der Abweichung der Magnetnadel rechnet, könne man „sichere Schlüsse“ machen. Die „Regeln für die Wetteränderungen“, welche Stieffel in seinem Buche bei den einzelnen Monaten giebt, gründen sich meist auf Aenderungen des Barometers, auf Mondconstellationen, hauptsächlich aber auf Bauernregeln, Loostage u. s. w., von welch' letzteren das oben citirte Buch eine reichhaltige Sammlung enthält.

In ähnlicher Weise schliesst Eisenlohr aus der Beschaffenheit der Witterung früherer Jahre auf das Wetter des kommenden Jahres [312]). Zu den Prophezeihungen für das Jahr 1847 bemerkt er, dass er die von ihm gefundenen Resultate veröffentlicht „um bei der fortdauernden Theuerung der nothwendigsten Lebensmittel, durch die besonders günstigen Aussichten, welche das Jahr 1847 gewährt, zur Beruhigung des Publikums beizutragen“.

Sehr grosse Erwartungen hatte man schon sofort nach seiner Erfindung an das Barometer geknüpft, einem Instrument, welches uns zu jeder Zeit Aufschluss giebt über die Massenveränderung unserer Atmosphäre, welche über uns vorgeht. Schon Torricelli und Pascal hatten bemerkt, dass die Höhe der Quecksilbersäule an demselben Orte beständigen Veränderungen unterworfen war, und hatten daraus den Schluss gezogen, dass das eben erfundene Instrument die Veränderungen in der Atmosphäre anzeige und abmesse [313]). Zugleich wurden bei erheblichen Aenderungen der Quecksilbersäule auffallende Veränderungen in den Witterungsverhältnissen wahrgenommen, und daher erhielt das Barometer den Namen „Wetterglas“. Seit dieser Zeit war das Barometer ein Instrument, welches allgemeine Bewunderung erregte, und welches in der ganzen civilisirten Welt überall als Wetterprophet eingeführt wurde.

Besondere Aufmerksamkeit wendete Otto von Guericke diesem

Instrumente zu. An seinem Hause hatte er eine oben verschlossene und in eine Flüssigkeit eingetauchte Glasröhre von etwa 10^{m} Höhe aufgestellt, worin der Luftdruck die Flüssigkeit bald höher, bald niedriger erhielt. Auf der Oberfläche der Flüssigkeit schwamm ein aus Holz geschnitztes Männchen, welches mit dem Finger Grade des Steigens und Fallens angab.

Otto von Guericke benutzte dieses Instrument zur Bestimmung der künftigen Witterung; er bemerkt, dass das Steigen und Fallen des Männchens mit den Veränderungen der Witterung übereinkomme und besonders das tiefe Fallen Sturm anzeige. Bekanntlich soll Guericke im Jahre 1660 aus dem starken Fallen des Männchens einen grossen Sturm prophezeit haben, der auch wirklich eintrat.

Seit Otto von Guericke ist das Barometer allerwärts als Wetterverkündiger angewendet worden und sehr vieles über dessen Schwankungen gedacht und geschrieben worden, allein eine vorurtheilsfreie Vergleichung der Barometerbewegungen mit den thatsächlichen Beobachtungen zeigte gar bald, dass man die Brauchbarkeit dieses Instrumentes für die Voraussicht des Wetters doch viel zu hoch angeschlagen hatte und dass nur bei den extremsten Ständen ein gewisser Grad der Wahrscheinlichkeit des Eintretens oder der Fortdauer einer bestimmten Witterungserscheinung vorhanden war. Man fand zwar, dass im Allgemeinen das Wetter mit dem Barometerstande sich ändert, und dass einem hohen Barometerstande ruhiges, heiteres und trockenes Wetter, Hitze im Sommer und Kälte im Winter, und einem tiefen Barometerstande unruhiges, trübes und regnerisches Wetter, Kühle im Sommer, Wärme im Winter entspricht; allein ein schlimmer Umstand ist dabei, dass die Witterungsänderungen meistens schon vor Eintritt der höchsten und tiefsten Barometerstände stattfinden und dass das Fallen und Steigen des Barometers mit den übrigen Witterungserscheinungen nicht gleichen Gang geht.

Schon bei der Gründung der bayerischen meteorologischen Gesellschaft wurde den Schwankungen der Barometers eine ganz besondere Aufmerksamkeit geschenkt und zwar in der bestimmten Hoffnung, hieraus Anhaltspunkte für eine zuverlässige Wetterprognose zu schöpfen. In den Jahrgängen der Ephemeriden werden die Barometerschwankungen häufiger mit den Wetterbeobachtungen in Verbindung gebracht, und wenn durch diese Untersuchungen die Wetterprognose auch keine wesentliche Stütze erhielt, so waren

doch die Fortschritte, welche die Lehre vom Luftdruck machte, nicht zu unterschätzen, wie die am Schlusse der Ephemeriden des neunten Jahrganges zusammengestellten Schlussresultate nachweisen.

Pilgram stellte die heiteren, trüben und regnerischen Tage für jeden Monat des Jahres mit den Abweichungen des Barometers von seiner mittleren Höhe und den Barometerschwankungen zusammen und leitete hieraus eine Reihe von Wetterregeln ab, wonach hauptsächlich bei hohem Barometerstande das Wetter schön, bei niedrigem regnerisch ist, und bei steigendem Barometer öfters heiteres, beim fallenden öfters trübes Wetter folgt, als das Gegentheil.

Von der Ansicht ausgehend, dass die Schwankungen des Barometers als die nächste Ursache der Witterungsänderungen zu betrachten seien, versuchte Eisenlohr aus den 55jährigen Beobachtungen zu Karlsruhe den Zusammenhang des Barometerstandes mit der Witterung festzustellen und so der Witterungsprognostik eine festere Basis zu geben [314]). Da die Barometerschwankungen und mit ihnen zugleich die Wetterschwankungen im Winter grösser sind als im Sommer, so wurde zuerst die Untersuchung auf den Winter beschränkt. Diese Untersuchung, welche sehr viele interessante Beziehungen zwischen Barometerstand und Wetter enthält und auch die Anhaltspunkte zur Vorausbestimmung des Wetters giebt, welche nach dem damaligen Stande der Wissenschaft festzustellen möglich waren, verdient insbesondere desswegen unsere volle Anerkennung, weil sie einen nicht unbedeutenden Beitrag liefert, den wahren Sachverhalt über die Anwendung des Barometers zur Vorausbestimmung des Wetters klar zu legen.

Einige andere Versuche sind später gemacht worden, welche dahin zielten, aus dem Stande und den Aenderungen der meteorologischen Instrumente einen Schluss auf die kommende Witterung zu machen, diese aber zeigten meistens den Mangel, dass nur die lokalen Witterungsverhältnisse in Betracht kamen und diese nicht an die allgemeinen atmosphärischen Vorgänge auf grösserem Gebiete angelehnt wurden. Denn wie wir noch später nachzuweisen haben, sind die Witterungserscheinungen stets allgemeiner Natur und ist der Witterungscharakter an irgend einem Orte stets durch die allgemeine Wetterlage bedingt, während die lokalen Einflüsse nur modificirende Wirkungen ausüben können, die unter Umständen allerdings excessiv auftreten können. Ohne Kenntniss des allgemeinen Witterungscharakters auf grösserem Gebiete ist es durchaus unmöglich, ein gegründetes Urtheil über die kommende Witterung

an einem bestimmten Orte zu haben, und daher erscheint es geboten, die auf Vorausbestimmung der Witterung hinzielenden Untersuchungen von diesem erhöhten allgemeineren Standpunkte ausgehen zu lassen.

Immerhin kann eine aufmerksame Beobachtung des Barometers in Verbindung mit dem Gange der übrigen Instrumente, der Windverhältnisse und insbesondere der Wolkenform und des Wolkenzuges manche nicht zu unterschätzende Anhaltspunkte für die unmittelbar zu erwartende Witterung abgeben. Als Beleg hierfür gebe ich auszugsweise eine Tabelle der Anzahl Fälle, in welchen es von 8 Uhr Morgens bis 10 Uhr Abends trocken blieb oder regnete, welche van Hasselt aus den 5jährigen Beobachtungen in Utrecht von 1874—1878 ableitete[315]). Die Regendichte ist der Quotient aus der Regenmenge und der Anzahl der Regentage.

	Temperaturabweichung											
	grösser als 2°			zwisch. +2° u. — 2°			unter — 2°					
	trocken	Regen	Regendichte	trocken	Regen	Regendichte	trocken	Regen	Regendichte	trocken	Regen	Regendichte
Winter	58	128	2,6	74	78	1,9	80	38	1,3			
Sommer	90	27	4,1	136	102	2,7	32	73	2,9			
	Windrichtung											
	N bis E			E bis S			S bis W			W bis N		
Winter	43	21	0,8	49	36	2,1	79	136	2,5	41	51	1,8
Sommer	73	16	6,3	43	26	6,8	70	116	2,3	81	44	1,6
	Barometerstand											
	über 775mm			775—770			770—765			765 bis 62		
Winter	18	4	0,2	34	19	1,3	54	28	1,7	34	17	2,6
Sommer	—	—	—	14	0	0,0	71	13	1,3	70	19	4,7
	762—760			760—758			758—755			755 bis 750		
Winter	20	15	1,1	12	25	3,1	14	37	2,7	17	49	2,4
Sommer	37	22	2,9	35	39	2,5	17	59	2,7	13	37	4,2
	750—745			745—740			unter 740					
Winter	5	28	1,6	3	11	2,6	1	11	1,6			
Sommer	1	9	3,2	0	4	4,3	—	—	—			

Eine andere ausführliche Zusammenstellung des Zusammenhanges zwischen dem wirklichen Witterungszustande und den Bewegungen des Barometers einerseits, und der zu erwartenden Witterung andererseits geben Houzeau und Lancaster in ihrem Lehrbuch der Meteorologie, welcher noch eine Menge von Wetterregeln beigefügt sind, die sich auf die Himmelsschau beziehen, deren Zuverlässigkeit wir jedoch nicht verbürgen können[316]).

In neuerer Zeit sind Versuche gemacht worden, aus der Feuchtigkeit und der Temperatur der Luft das Wetter vorherzusagen und diese erhielten dadurch einen grossen Vorschub, dass von Klinkerfues in Göttingen ein Instrument erfunden wurde, welches eine direkte Ablesung der Lufttemperatur, der Feuchtigkeit und des Thaupunktes gestattete, so dass jeder Laie in der Lage war, auf eigene Faust „zuverlässige" Prognosen zu fabriciren. Die Gebrauchsanweisung dieses Wunderinstrumentes ist einfach: wenn der Thaupunkt 0—2½, 2½—5, 5—6° u. s. w. unter oder über der Temperatur von 8 Uhr Morgens, welche gleich der mittleren Tagestemperatur gesetzt wird, liegt, so ist bei Winden mit westlicher Componente oder mit östlicher dieses oder jenes Wetter zu erwarten, wie es tabellarisch dargestellt ist. Diese Methode erscheint in der That einfach und bequem und mit Freuden dürfte man dem Instrumente eine allgemeine Verbreitung wünschen, wenn dasselbe nur annähernd brauchbare Prognosen, wenn auch nur für kurze Zeit lieferte. Allein der Beweis hierfür ist noch von keiner Seite mit irgend welcher Entschiedenheit erbracht worden, vielmehr hat sich gezeigt, dass der Gebrauch des „Patent-Hygrometers" immer mehr abnimmt und der Eifer der Hygrometerprognosten in Folge der Misserfolge meistens sehr rasch erlahmt. Uebrigens mag der Grund hiervon auch in dem Umstande liegen, den Müttrich hervorhebt[317], welcher ein Exemplar dieses Hygrometers einer genauen Prüfung unterwarf, „dass bei der gegenwärtigen Einrichtung des Apparates eine Justirung, die allen in der Natur vorkommenden Feuchtigkeitsverhältnissen genügt, nicht ausführbar zu sein scheine und daher eine häufigere Vergleichung mit dem Psychrometer und eine häufigere Justirung erforderlich sei, wodurch freilich der Werth des Patent-Hygrometers nicht unwesentlich beeinflusst wird".

Bei dieser Gelegenheit möchte ich ganz besonders auf eine praktische Anwendung des Hygrometers aufmerksam machen, welche jedenfalls Aussicht auf Erfolg und allgemeinere Verbreitung hat, wenn zu diesem Zwecke ein einfaches und zuverlässiges Instrument hergestellt würde; ich meine die Vorherbestimmung der Nachtfröste durch Vergleichung des Thaupunktes mit der Lufttemperatur und Himmelsansicht, eine Vorausbestimmung die namentlich dem Gärtner und dem Winzer mannichfachen Nutzen bringen könnte. Hierauf wurde schon früher von Mohn ausdrücklich verwiesen, und die Methode durch Beispiele erläutert[318].

VIII. Die Entwickelung der neueren Meteorologie.

Nachdem wir im Vorhergehenden hauptsächlich Phantasiegebilde näher betrachtet haben, auf welchen man vergebens versuchte, die ausübende Witterungskunde aufzubauen, wird es nothwendig erscheinen, einen Ueberblick über die Bestrebungen und Erfolge auf dem Gebiete der Witterungskunde in der neueren Zeit uns zu verschaffen, um einsehen zu können, wie sich aus diesen eine feste wissenschaftliche Grundlage für die Wetterprognose herausbilden könnte.

Schon in den einleitenden Worten wurde darauf hingewiesen, dass vor Erfindung der Messapparate für Luftdruck und Wärme, nämlich des Barometers und Thermometers, ein erheblicher Fortschritt in der Meteorologie wohl kaum denkbar war. Fast alle Beobachtungen und bisher gesammelten Erfahrungen hatten nur einen sehr geringen Werth, weil sie meistens auf einer trügerischen Grundlage, nämlich dem Gefühle, beruhten und keine genauen Untersuchungen zuliessen. Aber selbst nach Erfindung dieser Instrumente, als man mit dem Thermometer den Wärmezustand der uns umgebenden Luft genau bestimmen konnte, als man durch das Barometer die Schwere der Luft und die Veränderlichkeit ihrer Masse erkannt hatte und hierfür ein genaues Mass angeben konnte, als man an verschiedenen Orten Europas schon längere Zeit regelmässige Beobachtungen angestellt hatte, z. B. in Italien am Anfange des 17. Jahrhunderts, in Frankreich um die Mitte desselben, so konnten die rohen Vorstellungen, welche man damals über Witterungsvorgänge, insbesondere über periodisch wiederkehrende Erscheinungen hatte, kaum geläutert und erweitert werden, weil diese Beobachtungen jeglichen Systems und bestimmter Zielpunkte entbehrten. Zwar stellte Halley[319]) 1686, ausgehend von den fast unveränderlichen Windverhältnissen in dem äquatorialen Gürtel, sein berühmtes Windgesetz auf, welches die bisher räthselhafte Erscheinung der Passate und Monsune regelte, und zu welchem später Hadley[320]) eine qualitativ ziemlich ausreichende Lösung gab, allein solche Erfolge stehen nur vereinzelt da und, anstatt dass diese die meteorologischen Bestrebungen in bestimmtere Bahnen einlenkten und zu weiteren Forschungen anregten, so dauerte es dennoch eine geraume Zeit, ehe die meteorologische Wissenschaft auch nur um einen Schritt weiter gefördert werden konnte. Unter

diesen Umständen blieb noch ein ungeheures Feld zu unsinnigen Hypothesen und abergläubischen Träumereien, so dass die Meteorologie im Gegensatze zu den übrigen Naturwissenschaften immer mehr in Missachtung kam und ihr fast jede Lebensfähigkeit von besonneneren Männern abgesprochen wurde.

Unter den Ursachen, welche der Entwickelung der Meteorologie hemmend entgegentraten, gehört, wie bereits einleitend hervorgehoben wurde, der Mangel einer genügenden und einheitlichen Methode. In den übrigen physikalischen Wissenschaften kann durch die Experimentalmethode das Object der Untersuchung den mannichfachsten Bedingungen unterworfen werden, wir können auf dasselbe die verschiedensten Kräfte, etweder einzeln oder zusammen, einwirken lassen und auf diese Weise die Wechselwirkung der einzelnen Erscheinungen studiren und feststellen. Wenn wir auch nicht den Urgrund der Erscheinungen, das Wesen der Kräfte klarlegen können, so kommen wir doch bei richtiger Ausführung der Untersuchung fast stets zu entschiedenen Resultaten. In der That sind fast alle grossartigen Entdeckungen in den Laboratorien gemacht worden. Ganz anders in der Meteorologie. Die Quelle, welche hier Gesetze für atmosphärische Vorgänge erschliessen kann, ist fast ausnahmslos die direkte Beobachtung der Witterungsphänomene, die Untersuchung ihrer Häufigkeit, ihrer Aufeinanderfolge und die Vergleichung derselben, wobei nicht die Wirkung der einzelnen isolirten Elemente, sondern stets die Gesammtwirkung aller, in die Untersuchung hineingezogen werden muss. Sollen ferner der Zusammenhang der allgemeinen atmosphärischen Bewegungen und die Wechselwirkung der einzelnen Witterungselemente festgesetzt werden, so sind isolirte Aufzeichnungen, so sehr auch ihr Werth für die Klimatologie des betreffenden Beobachtungsortes anerkannt werden muss, für diese Zwecke an und für sich so gut wie nutzlos. Zwei Grundbedingungen sind zu einem gedeihlichen Erfolge des meteorologischen Studiums durchaus erforderlich: zunächst müssen die Beobachtungen nach einheitlichem und vergleichbarem System und mit guten, genau verglichenen Instrumenten angestellt, und ferner müssen dieselben auf möglichst grosses Gebiet, womöglich über die ganze Erdoberfläche ausgedehnt und dann systematisch auf Grundlage bestimmter Zielpunkte bearbeitet werden. Allerdings wurden bereits an vielen, freilich nicht immer zweckmässig vertheilten Punkten der Erde Aufzeichnungen über Wind und Wetter gemacht, deren Sichtung und Bearbeitung viele Kräfte lange in

Anspruch nehmen würden, allein abgesehen davon, dass das meiste Material als gänzlich werthlos zu den Akten zu legen ist, sind auch die zuverlässigen Beobachtungen aus Mangel einer einheitlichen Methode vielfach unbrauchbar.

„Ausser dem Mangel guter Beobachtungen," sagt Kämtz in seinem trefflichen Lehrbuche der Meteorologie, „scheint in der Art, wie diese Beobachtungen bearbeitet sind und häufig bearbeitet werden, ein anderer Grund für die geringen Fortschritte der Meteorologie zu liegen. Es würde der Zustand dieser Wissenschaft bei weitem vollkommener sein, wenn man bei Herleitung der Gesetze das Verfahren der Astronomen befolgt hätte. Während diese zuerst den Lauf eines Himmelskörpers im Allgemeinen berechnen, ohne auf die Störung durch die benachbarten Planeten Rücksicht zu nehmen, suchen die Meteorologen zuerst einzelne Erscheinungen, Perturbationen gleichsam im Laufe der Witterung, an einem Orte zu erklären, ohne auf den allgemeinen Lauf der Witterung an diesem Punkte und die atmosphärischen Erscheinungen in benachbarten Gegenden Rücksicht zu nehmen. Da nun die Ursache vieler Aenderungen, welche sich in der Atmosphäre des mittleren Europas zeigen, in Sibirien oder im Atlantischen Ocean liegen kann, da bedeutende Aenderungen im Gleichgewicht der Luft fast zu gleicher Zeit in Nordamerika und im Innern von Russland, in den Niederlanden und am Euphrat wahrgenommen werden, so kann es nicht fehlen, dass hier bei aller Aufmerksamkeit viele Punkte übersehen werden. Und es ist nicht leicht, gleichzeitige Phänomene zu untersuchen. Wir wissen namentlich dann, wenn wir nur isolirte Phänomene betrachten, nicht immer, was Ursache und was Wirkung war; nur dann, wenn wir dieselbe, oft wiederkehrende Erscheinung in verschiedenen ungleich gelegenen Gegenden der Erde untersuchen, werden wir in den Stand gesetzt, das Locale von dem Allgemeinen zu trennen. Wir erkennen auf diese Art am besten die ewige Wechselwirkung zwischen den verschiedenen Theilen des Luftkreises und sehen sehr bald ein, dass dasjenige, welches gegenwärtig Wirkung vorhergehender Phänomene war, im nächsten Momente Ursache künftiger Erscheinungen wird[321])".

Erst in der neueren Zeit gelang es, eine genügende, auf genau definirten Zielpunkten basirende, Methode zu schaffen, aber nur nach und nach wird überall Einigkeit und Ordnung erzielt. Die ersten und erfolgreichen Versuche, die Beobachtungen nach einheitlichem Principe auf grösserem Gebiete zu organisiren, wurden

am Ende des vorigen Jahrhunderts von der Mannheimer „Societas meteorologica Palatina“ (1780—1792) unter den Auspicien des Kurfürsten Karl Theodor von der Pfalz und Bayern und unter der Leitung seines Hofkaplans und Direktors des physikalischen Kabinets Johann Jacob Hemmer gemacht. Die zur Anwendung kommenden Instrumente übertrafen die bisher gebrauchten an Genauigkeit und waren sorgfältig mit einander verglichen. In der Instruktion wurde den Beobachtern zur Pflicht gemacht, die 3 Beobachtungstermine 7^h a. m., 2 und 9^h p. m. pünktlich inne zu halten und es wurden für die Aufzeichnungen und Bezeichnungen der einzelnen meteorologischen Elemente feste Normen und Symbole gegeben. Die Beobachtungen erstreckten sich nicht allein über Europa, sondern auch über den Ocean nach Amerika und Grönland hin. Die Aufzählung der zu diesem System gehörigen Beobachtungsstationen dürfte einiges Interesse bieten (vgl. Hellmann p. 899): Deutschland (14 Stationen): Andex, Berlin, Düsseldorf, Göttingen, Hohenpeissenberg, Ingolstadt, Mannheim, München, Regensburg, Sagan, Tegernsee, Würzburg, St. Zeno. Oesterreich-Ungarn (2 Stationen): Ofen, Prag. Schweiz (2 Stationen): Genf, St. Gotthard. Italien (4 Stationen): Bologna, Chioggia, Padua, Rom. Frankreich (3 Stationen): Dijon, Marseille, La Rochelle. Belgien und Holland (4 Stationen): Brüssel, Delft, Haag, Middelburg. Russland (3 Stationen): Moskau, Psychminsk (Ural), St. Petersburg. Skandinavische Länder (4 Stationen): Edsberga und Spydberg (Norwegen), Kopenhagen, Stockholm. Grönland (1 Station): Godthaab. Nordamerika (2 Stationen): Bradford und Cambridge.

Hatte diese Gesellschaft auch nur eine kurze Existenz, so dass sie die vorgenommenen Aufgaben nur zum Theile lösen konnte, so gab sie doch in Deutschland den Anstoss zu bedeutenden meteorologischen Untersuchungen, wie zu denjenigen von Brandes, Kämtz, Dove, Lamont u. A., Untersuchungen, welche in damaliger Zeit für die meteorologischen Forschungen aller Länder massgebend waren. Die von dieser Gesellschaft herausgegebenen „Ephemerides Societatis Meteorologicae Palatinae“, welche in 12 starken Quartbänden die Beobachtungen von 39 Stationen in extenso geben, sind ein bleibendes Denkmal des grossartigen Wirkens dieser Gesellschaft.

Anerkennenswerth, wenn auch bei weitem nicht so bedeutend, waren die Leistungen der bayerischen akademischen meteorologischen Gesellschaft, welche ebenfalls durch den Kurfürsten Karl Theodor

entstand und von F. X. Epp geleitet wurde. Die Beobachtungen waren hauptsächlich darauf gerichtet, praktische Resultate zu erzielen und diese insbesondere für die Landwirthschaft nutzbar zu machen, wie wir bereits oben zu bemerken Gelegenheit hatten. Im 1. Jahrgange der Ephemeriden (p. 88) bemerkt Epp: „Die Kurfürstliche Akademie hat die Herren Beobachter gebeten, von der Gegend, wo sie wohnen, die Bauernregeln und Wetterzeichen, denen das Landvolk Beifall und Zutrauen schenkt, zu sammeln und zu prüfen, ob sie schlechte, mittelmässige oder gute und sichere Wetterpropheten sind.“ Es enthalten daher die ersten Jahrgänge der Ephemeriden eine grosse Anzahl von Regeln zur Vorausbestimmung des Wetters, welche sich auf die Aenderungen des Barometers, auf Himmelsschau und auf den Zusammenhang des Mondes mit dem Witterungswechsel bezogen. Uebrigens muss bemerkt werden, dass die Ephemeriden von Jahrgang zu Jahrgang an Güte zunehmen.

Ungefähr um dieselbe Zeit machten sich in Frankreich Bestrebungen geltend, die Meteorologie der Schifffahrt und Landwirthschaft nach wissenschaftlichen Grundsätzen dienstbar zu machen. Im 3. Bande seiner Werke theilt Lavoisier Regeln zur Vorausbestimmung des Wetters mit und schliesst mit der Bemerkung: [322]) „La prédiction des changements qui doivent arriver au temps est un art, qui a ses principes et ses règles, qui exige une grande expérience et l'attention d'un physicien très-exercé. Les données nécessaires pour cet art sont: l'observation habituelle et journalière des variations de la hauteur du mercure dans le baromètre, la force et la direction des vents à différentes élévations, l'état hygrométrique de l'air... Avec toutes ces données il est presque toujours possible de prévoir un jour ou deux à l'avance, avec une très-grande probabilité, le temps, qu'il doit faire; on pense même, qu'il ne serait pas impossible de publier tous les matins un journal de prédictions, qui serait d'une grande utilité pour la société.“

Hätten zu jener Zeit, als Lavoisier diese Ideen aussprach, die schnellen Beförderungsmittel durch den Telegraphen zur Verfügung gestanden, deren wir uns jetzt erfreuen, so hätten jedenfalls diese Ideen sich weiter entwickelt und unter geordneten politischen Zuständen vielleicht zu einem wettertelegraphischen Systeme geführt. Indessen hatten dieselben warme Anhänger gefunden, so dass 3 Jahre später, nach Erfindung des optischen Telegraphen durch Chappe, Romme, Deputirter der Constituante im Jahre 1793, ausdrücklich darauf hinwies, dass es durch diese Einrichtung möglich

sei, Seefahrer und Landwirthe vor hereinbrechenden Stürmen rechtzeitig zu warnen. Allein diese Ideen fielen in eine Zeit, in welcher die Wirren der französischen Revolution alle Geister in Aufregung versetzten und kamen nicht zur weiteren Verwendung. Lavoisier selbst fiel als Opfer der Revolution.

Um so rüstiger wurde in Deutschland an dem Ausbau der meteorologischen Wissenschaft weiter gearbeitet, wo insbesondere die bahnbrechenden Arbeiten Alexander v. Humboldt's den meteorologischen Studien einen neuen und kräftigen Impuls gaben. Seine zahlreichen in gelehrten Zeitschriften zerstreuten Briefe und Abhandlungen, dann seine Reiseberichte aus Amerika enthalten einen grossen Schatz von scharfsinnigen Beobachtungen, wie die Witterungserscheinungen in den verschiedenen Klimaten modificirt werden, und eröffnen interessante Einblicke in die Ursachen dieser Verschiedenheiten. Auf seine Veranlassung wurden besonders in dem britischen und russischen Reiche, welches fast sämmtliche Klimate unseres Erdballs umfasst, an den verschiedensten Orten meteorologische Beobachtungen angestellt und die Resultate dieser Beobachtungen zur Construction von Jahresisothermen verwandt. Es war dieses der erste Schritt zu einer vergleichenden Klimatologie. Ferner ist Alexander v. Humboldt der Begründer des mit dem statistischen Bureau verbundenen Preussischen meteorologischen Instituts, dessen Leitung Mahlmann und nach dessen Tode (1848) Dove anvertraut wurde.

Auf der von Alexander v. Humboldt eingeschlagenen naturgemässen Bahn schritten Leopold v. Buch, Brandes, Kämtz, Dove u. A. fort.

Die Untersuchungen von H. W. Brandes verdienen hier zunächst hervorgehoben zu werden, nicht allein weil dieselben sehr wichtige Bemerkungen über synoptische Arbeit enthalten, sondern auch weil sie, meiner Ansicht nach, viel zu wenig gekannt und gewürdigt sind. Ich glaube annehmen zu dürfen, dass der weitere Ausbau der Brandes'schen Ideen jedenfalls zu der synoptischen Methode neueren Stiles und zu richtigeren Anschauungen über allgemeine atmosphärische Vorgänge geführt hätte, wären jene nicht durch die glanzvollen Untersuchungen Dove's überstrahlt worden, deren Endergebniss leider der Hauptsache nach verfehlt war. Zur Würdigung der Brandes'schen Arbeiten will ich nicht unterlassen, die Schlussbemerkungen zu seinen Untersuchungen über gleichzeitige Witterungsereignisse[323]) hier wörtlich wiederzugeben:

„Obgleich die hier angestellten Vergleichungen vielleicht nicht so zahlreiche, ganz entschiedene Resultate geben, als man wohl zu wünschen geneigt wäre; so glaube ich doch, dass sie in vieler Hinsicht höchst lehrreich dürfen genannt werden. Vielleicht wäre es nun sehr der Mühe werth, aus den Beobachtungen mehrerer Jahre diejenigen Fälle zusammen zu stellen, die eine gewisse Gleichheit der Erscheinungen darbieten; die Fälle z. B. wo die Wärme gleichzeitig durch ganz Europa stieg, die, wo dieses Steigen der Wärme sich an einigen Orten früher, an anderen später einstellte, die, wo es an den entgegengesetzten Enden von Europa sich ziemlich gleichzeitig zeigte, während die zwischenliegenden Orte erst später, als ob es durch allmähliche Mittheilung geschähe, Theil an dieser grösseren Wärme nehmen u. s. w. Solche Zusammenstellungen, wozu aber ein viel grösserer Reichthum an mehrjährigen, von mehreren Orten gesammelten Beobachtungen gehören würde, als ich ihn besass, möchte uns wohl zur Kenntniss der Hauptursachen, von welchen die Witterung abhängt, näher hinführen.

Dass es Ursachen giebt, die gleichsam über Europa von Ort zu Ort fortgehen, können wir aus mehreren der angeführten Erscheinungen schliessen. Das Fortrücken der Gegend des tiefsten Barometerstandes scheint unter diesen Erscheinungen von vorzüglicher Wichtigkeit zu sein und auch desswegen eine besondere Aufmerksamkeit zu verdienen, weil es bei hinreichender Menge an gleichzeitigen Beobachtungen eben nicht schwer sein kann, hierüber eine Reihe von Erfahrungen zu erhalten, aus denen sich sichere Resultate müssten ziehen lassen, vorzüglich, wenn wir so glücklich wären, nicht blos aus ganz Europa, sondern auch von der nördlichen afrikanischen Küste, aus dem asiatischen Russland, aus Island und selbst aus mehreren Gegenden von Nordamerika Beobachtungen zu erhalten. . .

Die Vergleichungen, die ich schon angestellt habe (am 9. März 1782 z. B. rückte die Gegend des schwachen Druckes von Holland nach dem östlichen Deutschland und Kopenhagen; am 23. März und am 1. April 1782 und am 6. Febr. 1784 rückte sie vom Canal nach Padua) zeigen fast ohne Ausnahme, dass die ungewöhnlich niederen Barometerstände in Deutschland eher in den westlichen als in den östlichen Gegenden beobachtet werden, und dass der Ort des niedrigsten Barometerstandes meistens vom Atlantischen Meer oder vom Canal her entweder nach Nordosten oder Südosten fortrückt. Gewöhnlich erreicht das Barometer an den Orten, wo das Fallen

später eintritt, nicht ganz einen so tiefen Stand, als da, wo wir früher ein tiefes Fallen angegeben finden. Dass hiermit Stürme in Verbindung stehen, habe ich schon oft erwähnt, und auch die so merkwürdige Erfahrung habe ich angeführt, dass nicht sogleich bei anfangendem Fallen des Barometers in einer Gegend die Luft heftig zuströmt, sondern dass es scheint, als werde eine Zeit lang der mangelnde Gegendruck noch durch eine andere, uns unbekannte Kraft ersetzt, die erst, wenn das Barometer schon sehr tief gefallen ist, gleichsam durch eine plötzliche Entladung zu wirken aufhört, und dann dem Andrange der stärker drückenden Luft gar kein Hinderniss mehr sich in den Weg stellt. Vielleicht liesse sich die Hypothese durchführen, dass die abstossende Kraft der Elektricität in diesen Fällen das Gleichgewicht erhalte, während die gegendrückende Luftmasse sehr vermindert wird und desshalb das Barometer fällt. Man könnte dafür anführen, dass das Einbrechen des Sturmes um die Zeit, da das Sinken des Barometers am stärksten ist, fast immer mit völlig ausgebildeten Gewittern, oder wenigstens mit Hagel und Platzregen und anderen auf Gewitter hindeutenden Erscheinungen begleitet ist, und könnte diese als die Entladungen ansehen, denen nothwendig ein Zuströmen der Luft in diese Gegend, wo der Luftdruck so schwach ist, folgen müsste. Ich weiss aber nicht, wie sich die Behauptung, dass jener Gegendruck einer stark elektrisirten Luft die benachbarten schwereren Luftsäulen zurückhalte, ohne doch den Barometerstand zu erhöhen, mit hydrostatischen Gesetzen vereinigen lässt, und wage daher nicht, diese Hypothese als die richtige anzusehen.

Die Untersuchung über diesen Gegenstand liesse sich indess nun, mit Hilfe von eigentlich darauf gerichteten Beobachtungen, bald weiter fortführen. Die Beobachter sollten es sich zu diesem Zwecke zur Pflicht machen, ausser den gewöhnlichen täglichen Beobachtungen, an den Tagen, wo das Barometer stark fällt, stündlich die Barometerstände anzumerken, damit man theils den wirklichen niedrigsten Barometerstand an jedem Ort erhalte, und theils genau die gleichzeitigen Barometerhöhen an vielen Orten für alle Stunden solcher merkwürdigen Tage kennte, um die Grenzen der gleich tiefen Barometerstände genau aufzeichnen zu können. Um beim Vergleichen der Beobachtungen, die an verschiedenen Orten angestellt sind, die Arbeit zu erleichtern, wäre es sehr zu wünschen, dass jeder Beobachter seinem Tagebuche noch eine Columne beifügte, worin sogleich ausgerechnet wäre, wie viel Linien

über (+), oder unter (—) der Mittelhöhe das Barometer jedesmal bei ihm stand. Für jeden einzelnen Beobachter ist es eine leichte Arbeit, diese Columne hinzuschreiben, sobald er die Mittelhöhe des Barometers, wobei es sogar auf eine Genauigkeit von 1/4 Linie wenig ankommt, einmal kennt. Für den aber, der die Beobachtungen vergleichen will, ist dadurch die Arbeit sehr vermindert, da er nun nicht, wie ich dieses habe thun müssen, immer erst die Mittelhöhen aufsuchen und dann die Beobachtungen jedes Ortes nach ihrem + oder — in Vergleichung gegen die Mittelhöhe in eine Tafel einzutragen nöthig hat. Es wäre sehr zu wünschen, dass eine Akademie der Wissenschaften einmal wieder Sammlungen gleichzeitiger Beobachtungen von recht vielen Orten veranstalten möchte, dass sie aber dann, um nicht einen todten Wust von Beobachtungen zu haben, sogleich die Vergleichung der Beobachtungen in Beziehung auf solche bestimmte Fragen, wie die hier erörterte ist, einleiten und dadurch etwas gewiss Nützliches für die Wissenschaft zu Stande bringen möchte."

Vor allem hervorzuheben sind die bahnbrechenden Arbeiten Dove's, des Altmeisters der Meteorologie, die in der Geschichte dieser Wissenschaft stets einen der ersten Glanzpunkte bilden werden. Bei dem rasch anwachsenden Material wurde es Dove möglich, für die Jahreszeiten und für jeden einzelnen Monat die Isothermen zu construiren und auf diese Weise wurde die Gesetzmässigkeit der thermischen Vorgänge in der jährlichen Periode klar gelegt.

Diese Untersuchungen Dove's über die Wärmevertheilung auf der Erdoberfläche, welche zunächst die mittleren Wärmezustände und ihre Aenderungen in der jährlichen Periode und nach der geographischen Lage feststellen sollten, mussten nothwendig dahin führen, die einzelnen Fälle mit diesen allgemeinen Mitteln zu vergleichen, die so erhaltenen Abweichungen oder Störungen für sich zu studiren und auf die Störungsursachen zurückzuführen. Die epochemachenden Untersuchungen über die nicht periodischen Aenderungen der Temperaturvertheilung auf der Erdoberfläche, welche im Jahre 1838 begonnen und im Jahre 1859 vollendet wurden, gehören zu den hervorragendsten Leistungen Dove's und sichern diesem in der Geschichte der Physik der Erde einen unvergänglichen Namen.

Früher war man vielfach der Ansicht, dass die Abweichungen der Temperatur von den Normalwerthen durch locale Einflüsse bedingt seien. Indessen wies Dove zweifellos nach, dass die

Temperaturabweichungen in demselben Sinne stets über grössere Gebiete sich ausbreiten und an den Grenzen dieser Gebiete allmählich in die entgegengesetzten übergehen, so dass also stets grössere Gebiete mit entgegengesetzten Wärmeanomalien neben einander liegen.

War man früher geneigt, die Störungsursachen des thermischen Gleichgewichtes ausserhalb der Erde zu suchen und insbesondere dem Einflusse des Mondes zuzuschreiben, so erkannte Dove als nächstliegende und bedeutendste Ursache die Windesrichtung, welche bereits Leopold v. Buch bei der Construction seiner Windrosen den klimatischen Elementen zu Grunde gelegt hatte.

Von der bereits erwähnten Hadley'schen Theorie der Passate ausgehend, entwickelte Dove ein System der allgemeinen Luftcirculation über der Erdoberfläche und insbesondere seine Untersuchungen über die nicht periodischen Wärmeerscheinungen mussten naturgemäss zu der bereits von Aristoteles, Theophrast und Baco ausgesprochenen Vorstellung der grossen Aequatorial- und Polarströme führen, welche für unsere ganze Luftcirculation als die fundamentale angesehen werden muss. Nach Dove bewegen sich die Polar- und Aequatorialströme in den Tropen über einander, in höheren Breiten fliessen sie in veränderlichen Betten neben einander. Die Aequatorialströme haben höhere Temperatur und grössere Feuchtigkeit und hierdurch könnte erklärt werden, dass die westlichen und südwestlichen Winde sowohl die vorherrschenden, als auch die stärkeren sind. Die Versuche, die Ausbreitung und den Wechsel der Polar- und Aequatorialströme aus der Aenderung der Windesrichtung zu erklären, führten Dove zu dem bekannten Drehungsgesetz der Winde, wonach die Windfahne in der nördlichen Hemisphäre ausserhalb der Passatregion im Sinne der Uhrzeiger sich dreht. Wenn der Polarstrom sich entwickelt und nach niederen Breiten hinweht, muss in Folge der Erdrotation der Wind allmählich von Nord nach Nordost und Ost gehen, umgekehrt beim Aequatorialstrom von Süd nach Südwest und West. Hört der Polarstrom mit Ostwind auf, und hebt der Aequatorialstrom mit Südwind an, so resultirt hieraus ein südöstlicher Wind, der bei weiterem Vordringen in höhere Breiten nach S., SW. und W. dreht. Umgekehrt geht der erlahmende, aus West wehende Aequatorialstrom bei der Entwickelung der polaren Strömung durch Nordwest nach Nord über. Diese jedenfalls gewiss geistreichen Anschauungen Dove's brachten mit einem Schlage ein leicht übersehbares System

in das scheinbar unentwirrbare Durcheinander der Luftcirculation und schienen um so mehr über allem Zweifel erhaben, weil sie den Wechsel im Witterungscharakter ganz gut erklärten und denselben viele Anomalien in den Windverhältnissen zur Stütze gereichten. Wir werden später auf Grundlage der modernen Forschung zeigen, dass das Dove'sche System der Hauptsache nach unhaltbar war und fast von Grund aus umgestaltet werden musste, aber immerhin müssen wir den genialen Gedanken und den scharfsinnigen Forscherblick dieses grossen Gelehrten bewundern, dessen heller Geist jede andere Ansicht noch lange überstrahlte. Wie sehr es Dove am Herzen lag, die allgemeine wissenschaftliche Gültigkeit seines Systemes, insbesondere seines Drehungsgesetzes zu begründen und weiter auszubauen, dafür sprechen eine grosse Anzahl Abhandlungen und der Umstand, dass er sogar richtige, früher von ihm veröffentlichte Anschauungen über das Wesen der Stürme in unseren Gegenden zum Opfer brachte.

Brandes hatte (1820) nachzuweisen versucht, dass die Luft bei dem Bestreben, das gestörte Gleichgewicht wiederherzustellen, centripetal in die Stelle des niedrigsten Luftdrucks (barometrisches Minimum) einströmt, und hierdurch centripetale Ströme entstehen, eine Ansicht, die auch von Espy in Bezug auf die tropischen Orkane verfochten wurde. Dagegen kam Dove durch die sorgfältige Untersuchung der von Brandes herangezogenen Beobachtungen zu dem Resultate, dass alle Erscheinungen durch die Annahme grosser Luftwirbel erklärt werden könnten, welche im Sinne der Uhrzeiger kreisten, wie denn überhaupt Stürme nach dem Zeugniss der Seeleute Wirbelstürme seien. Die Arbeiten von Espy, Reid, Redfield, Piddington und Thom legten die Gesetzmässigkeit der tropischen Wirbelstürme klar und ihre Versuche, das Gesetz der Stürme in der praktischen Schifffahrt zu verwerthen, waren von so entschiedenem Erfolge gekrönt, dass der Seemann denselben unbedingtes Vertrauen schenkte, wenn es auch einer späteren Zeit beschieden war, eine schärfere Fassung und tiefere Begründung der Gesetze zu schaffen und ihre Anwendbarkeit zu erhöhen. Die Wirbelbewegung, welche die tropischen Stürme charakterisiren, übertrug Dove ganz richtig auf die Winde höherer Breiten, indem er behauptete, dass alle Winde (wenigstens für unsere Gegenden) Wirbelwinde seien[324]). Diese richtige Idee gab Dove seinem neuen System zulieb auf. Die hierdurch entstehenden Schwierigkeiten, die Stürme jetzt seiner neuen An-

schauung anzupassen, sprechen sich deutlich in seiner Eintheilung der Stürme aus.

Wir führen hier folgende interessante Aeusserung Dove's an, welche vielleicht nicht allgemein bekannt sein dürfte[325]):

„Schliesslich möchte ich noch darauf aufmerksam machen, dass eine kartographische Darstellung der Stürme durch isobarometrische Linien ganz mit Unrecht zu der Vorstellung Veranlassung gegeben hat, dass mehr oder minder die Form aller Stürme die der Cyklone sei. Ein Aequatorialstrom, der in stürmischer Schnelle von Südwest nach Nordost fortschreitet, erniedrigt in seinem ganzen Verlauf das Barometer und zwar in seiner Mitte am stärksten. In einem senkrechten Querschnitte des Stromes steht daher das Barometer am tiefsten in der Mitte und nimmt nach beiden Rändern hin stetig zu."

Die Geschichte der Wissenschaften hat die Thatsache gezeigt, dass die Anschauungen über das Wesen der Erscheinungen, und wären sie auch noch so geistreich, gewöhnlich erst durch eine Reihe von Hypothesen geläutert werden und sich erst nach und nach zur vollkommenen Klarheit und Gültigkeit entwickeln. Allein diese Entwickelung kann sich nicht an und für sich, unabhängig von den übrigen Wissenschaften vollziehen, sondern muss sich anlehnen an die gesammte Naturerkenntniss und mit dieser gleichzeitig fortschreiten. Dove war bei seinen Arbeiten ganz allein auf sich angewiesen, ohne einen Kreis tüchtiger, von ihm selbst gebildeter und geschulter Mitarbeiter um sich zu haben, und wenn auch seine Arbeiten in das Wesen und den Fortgang aller meteorologischen Bestrebungen ganz gewaltig eingriffen, so fehlte der Entwickelung und der Läuterung seiner Lehre der Connex mit den übrigen Wissenschaften, um nach und nach in die neuere Richtung übergeführt zu werden, ohne in ein einseitiges und vielfach irrthümliches System auszuarten. — So machte Dove noch am Ende seiner glänzenden Laufbahn, nach einem Leben voller Anstrengung und unermüdlicher Thätigkeit, welches nur der ernsten Wissenschaft geweiht war, die bittere Erfahrung, dass sein System von vielen Seiten angegriffen und der Hauptsache nach gestürzt wurde, allein wir dürfen es nicht vergessen, dass die fruchtbringenden Keime, welche Dove ausgestreut hat, den Entwickelungsgang der Meteorologie mächtig gefördert, wissenschaftliche Anschauungen und feste Zielpunkte gegeben und den Gesichtskreis ausserordentlich erweitert haben, so dass wir keinen Anstand nehmen, in der Geschichte

unserer Wissenschaft Dove als den grössten Vertreter derselben zu bezeichnen.

In demselben Sinne wie Dove arbeitete Kämtz: mit unermüdlichem Eifer sammelte und ordnete dieser das zerstreute, alle Klimate unseres Erdballs umfassende Beobachtungsmaterial und verarbeitete dasselbe zu einem geordneten klimatologischen, meteorologischen System. Sein Lehrbuch der Meteorologie ist in der Geschichte dieser Wissenschaft epochemachend und bietet noch jetzt eine Fülle von Kenntnissen, wobei die Klarheit und der Scharfsinn des Blickes und die hohen wissenschaftlichen Ziele unser volles Interesse fesseln und unsere Bewunderung erregen, wenn auch viele Anschauungen modificirt oder ergänzt werden müssen.

An das Lehrbuch von Kämtz schliessen wir unmittelbar das schöne und umfangreiche Handbuch der Meteorologie von Ernst Erhard Schmid, welches noch gegenwärtig vielfach benutzt, aber unverdienter Weise wenig genannt wird. Es gereicht Schmid unstreitig zn hohem Verdienste, dass er alles, was bisher in der Meteorologie geleistet war, in einen continuirlichen Zusammenhang gebracht und dass er die Entwickelungsgeschichte der Meterologie in höchst gelungener Weise literarisch-kritisch dargelegt hat.

Auch die Verdienste von J. Lamont um die Förderung der Meteorologie verdienen unsere volle Anerkennung, wir beschränken uns indessen nur darauf, auf die zahlreichen Schriften dieses unermüdlichen Gelehrten hinzuweisen (vergl. Hellmann's Repertorium der Meteorologie). Insbesondere möchten wir auf die weniger bekannten Wochenberichte der königlichen Sternwarte aufmerksam machen, welche eine grosse Anzahl kleinerer, sehr interessanter Aufsätze über Wolkenzug, Störung und Ausgleichung der Atmosphäre, Abhängigkeit des Luftdrucks von der Temperatur und dem Dunstdrucke, atmosphärische Wellen etc. enthalten.

Bis zur neuesten Zeit hatte man zur Auffindung der den Witterungsphänomenen zu Grunde liegenden Gesetze die Mittelwerthe der meteorologischen Elemente berechnet und mit einander verglichen. Aus den Mittelwerthen ergibt sich der klimatologische Charakter einzelner Gegenden und grösserer Gebiete. Aus der Vergleichung der Abweichungen der Mittel für bestimmte Zeitepochen, oder der einzelnen extremen Werthe mit den langjährigen oder normalen Mitteln können die Grenzen angegeben werden, zwischen welchen sich der Witterungscharakter in einer bestimmten Gegend bewegen kann. Ferner können auf diese Weise die localen Einflüsse einer

Gegend auf die allgemeinen Witterungsverhältnisse bestimmt und so die Grundzüge einer allgemeinen Klimatologie entworfen werden. Allein so sehr diese Methode auch unsere volle Anerkennung verdient, ja so nothwendig sie auch beibehalten werden muss, allein genügt sie doch nicht, um alle Gesetze aufzufinden, die den Witterungserscheinungen zu Grunde liegen. Vor Allem ist es der scheinbar regellose, ja launenhafte Gang der Witterung, die Mannigfaltigkeit im Witterungswechsel, die diesen bedingende Wechselwirkung der einzelnen Witterungsfaktoren, dann der Zusammenhang der einzelnen Witterungserscheinungen mit den allgemeinen atmosphärischen Vorgängen: alles dieses sind Momente, die unser Interesse wachrufen und auf die unsere Forschungen gerichtet sind. Die Mittel gleichen, so zu sagen, stummen Statuen, denen der frische Hauch des Lebens fehlt; sie geben mehr ideale atmosphärische Zustände an, die selten oder nie eintreten; sie verwischen den continuirlichen Gang der Witterungserscheinungen, die mannigfachen, oft rasch auf einander folgenden Uebergänge derselben, die eben den anziehendsten und wichtigsten Theil unserer Studienobjecte ausmachen. Während also die Untersuchung der Mittelwerthe uns nur in beschränkter Weise zur Erkenntniss der Wahrheit führen kann, so ist die Betrachtung auch der Einzelerscheinungen durchaus nothwendig, um die stetigen Aenderungen der Witterungsphänomene zu erkennen und den ursächlichen Zusammenhang aufzufinden. Indem wir die einzelnen Phasen in den Witterungserscheinungen, die auf grösserem Gebiete gleichzeitig stattfinden, unmittelbar erfassen, fixiren und vergleichen, verleihen wir den getrennten Erscheinungen den Charakter des continuirlich Fortschreitenden.

So musste denn die fortgesetzte Anwendung der Methode der fast ausschliesslichen Mittelwerthsbestimmung, die allein keine volle Befriedigung geben konnte, von selbst auf das Princip der neueren Methode führen, welche darin besteht, dass die atmosphärischen Erscheinungen und Aenderungen, welche auf grösserem Gebiete gleichzeitig stattfinden, durch international vereinbarte Zeichen in eine geographische (synoptische Karte) eingetragen werden, wodurch man einen klaren Ueberblick der Witterungsvorgänge auf grossem Gebiete erhält[326]). Zwar scheinen die beiden Methoden einander schroff gegenüberzustehen und insbesondere zwingt die Anwendung der neueren Methode, manche durch Auctorität sanctionirte Ansicht fallen zu lassen; allein bei reiflicher Ueberlegung erscheint es nicht

allein möglich, sondern auch im Interesse der Förderung der Wissenschaft geboten, die beide Methoden trennende Kluft zu überbrücken und beide vereinigt bei unseren Forschungen anzuwenden. In wie weit dieses in der neuesten Zeit mit Erfolg zur Durchführung gelangt ist, werde ich im zweiten Bande noch näher besprechen. Insbesondere zwei Ursachen waren es, welche der neueren Methode sowohl in der alten als in der neuen Welt überall Eingang verschafften und ihr raschen Aufschwung verliehen, nämlich die Anwendung des Telegraphen für den meteorologischen Dienst und der praktische Nutzen, der aus der Vorausbestimmung des Wetters, namentlich aber aus den Sturmwarnungen für die Küste gezogen werden konnte.

Es wurde oben erwähnt, dass schon im Jahre 1793 bei Erfindung des optischen Telegraphen die Idee einer Wettertelegraphie auftauchte, allein abgesehen von der Unvollkommenheit dieser Erfindung, war der Boden hiefür noch wenig vorbereitet. Ferner wurden die Bestrebungen von Brandes auf dem Gebiete der synoptischen Meteorologie erwähnt, einen weiteren Anstoss gab der unermüdliche Buys Ballot durch die Veröffentlichung einer Methode, gleichzeitig stattfindende Witterungserscheinungen graphisch darzustellen[327]). In dieser Abhandlung suchte Buys Ballot darzuthun „1) wie man historisch und rationell zu der neuen Methode gelangt ist, 2) worin sie eigentlich sich von der älteren unterscheidet, in einem Beispiele verdeutlicht, 3) dass es wünschenswerth und möglich sei, sie auf die ganze Erde auszubreiten, 4) welche Fehler noch aus der Veröffentlichungsweise der meteorologischen Beobachtungen zu entfernen sind, um dazu leicht gelangen zu können und 6) wie diese Fehler zu beseitigen seien“.

Buys Ballot unterscheidet Klimatologie und Meteorologie in engerem Sinne. Die letztere hat 3 Aufgaben zu erfüllen: Zunächst hat sie den Zusammenhang der verschiedenen Zustände zu erklären, dann hat sie zu begründen, warum die klimatischen Verhältnisse so und nicht anders sind, d. h. wie die Zustände an einem bestimmten Orte zeitlich aufeinander folgen, endlich ist ihre höchste Aufgabe darzuthun, wie ein bestimmter Zustand im Raume fortschreite, d. h. wie aus einer bestimmten Vertheilung der Witterung über der Erdoberfläche eine andere Vertheilung hervorgehe.

Ueber die neue graphische Methode bemerkt Buys Ballot: „Man zeichne eine Karte von seinem Bezirke und deute darin mit Punkten die Orte an, von denen man Nachrichten bekommt; für

jeden Tag zeichne man die gleiche Karte, aber ohne die politischen Grenzen; eine dieser Karten sei ohne Datum mit Parallelen und Meridianen und mit den Anfangsbuchstaben der betreffenden Orte bezeichnet, wodurch man sich auf den übrigen Karten leicht zurechtfinden wird. Man hat dann noch die Zustände einzutragen und

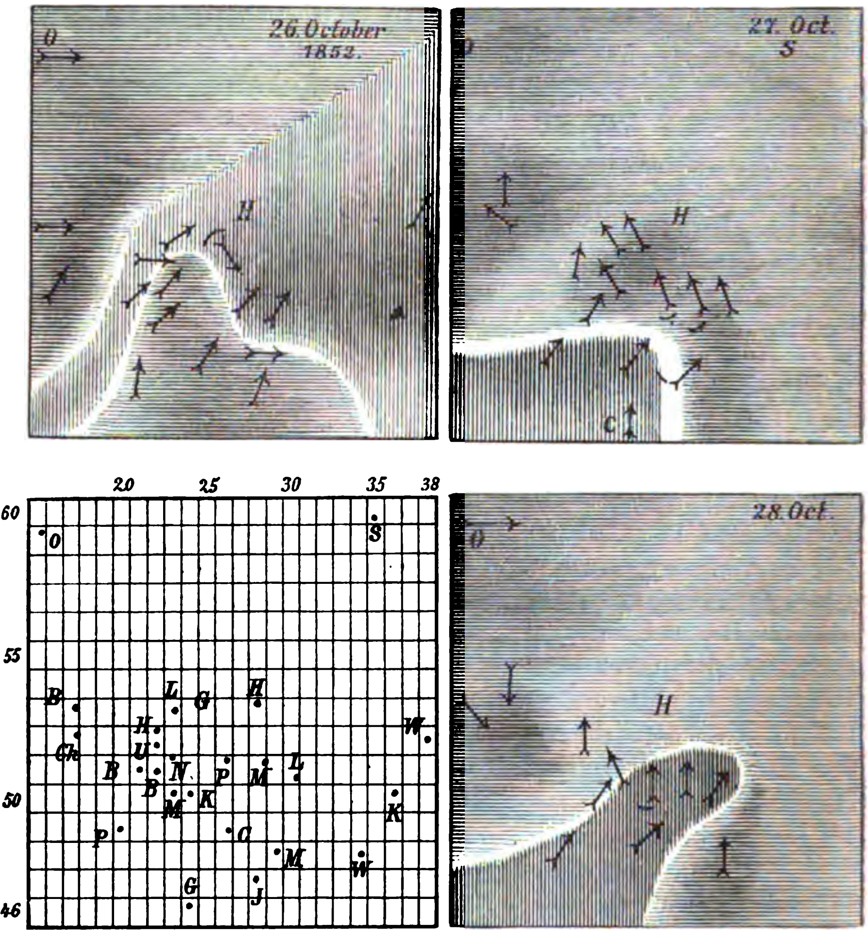


Fig. 5.

sieht dann die Witterung der verschiedenen Gegenden in gleicher Weise vor sich, wie man diesen Theil der Erde von einem Punkte ausserhalb der Atmosphäre aus sehen würde."

Um die Karte nicht zu überladen, trug er anfangs nur die Windrichtungen und Temperaturabweichungen ein, die Windrich-

tungen durch Pfeile, die Temperaturabweichungen durch Schraffirungen und zwar positive Abweichungen durch vertikale, negative durch horizontale Striche, so dass die Dichte der Linien der Grösse der Abweichung entspricht. Da diese ersten Anfänge der synoptischen Methode jedenfalls sehr interessant sind, so geben wir vorstehend 3 Wetterkärtchen mit Schlüssel für den 26., 27., 28. Oktober 1852 hier wieder.

Die Orte, von welchen Buys Ballot für jeden Tag Berichte erhielt und deren Anfangsbuchstaben in dem Schlüssel verzeichnet sind, waren: Orkadische Inseln, Boston, Cluswich, Greenwich, Brüssel, Paris, Harlem, Amsterdam, Utrecht, Breda, Leeuwarden, Nymwegen, Mastricht, Groningen, Köln, Genf, Paderborn, Karlsruhe, Hamburg, Mühlhausen, Ittendorf, München, Leipzig, Wien, Krakau und Warschau. Die Karten illustriren die Ausbreitung eines Wärmegebietes von Südwesteuropa nach Nordosten hin. Buys Ballot empfiehlt diese Darstellungsweise zur allgemeinen Annahme und hält es für nothwendig, das Gebiet möglichst zu erweitern.

Solcher Art Bestrebungen verdanken wir hauptsächlich die Entdeckung der bekannten Beziehung zwischen Luftdruck und Wind, welche Buys Ballot zunächst für Holland nachwies, und deren Gültigkeit für die ganze Erde dargethan wurde. Dieses Gesetz, das „Buys Ballot'sche Gesetz“ oder das barische Windgesetz genannt, ist jedenfalls die grösste Errungenschaft der neueren Meteorologie und bildet den Grundstein der ausübenden Witterungskunde.

Die Regel, wie sie 1857 in den Königlichen Abhandlungen zu Amsterdam sowie in den „Comptes rendus“ von Buys Ballot ausgesprochen wurde, heisst: „Der kommende Wind wird das Centrum der Depression zur Linken haben, ungefähr unter einem Winkel von 90 Graden.“ Ebenso fand Buys Ballot, dass die Windstärke abhängig ist von der Luftdruckdifferenz, so dass einem grösseren Luftdruckunterschiede ein stärkerer Wind entspricht[328]).

Die allgemeine Begründung gab Buys Ballot im Frühjahr 1860, ohne auf die Reibung Rücksicht zu nehmen und sich des Beispiels eines „Trichters“ bedienend, welches Beispiel später häufiger in Anwendung kam.

Merkwürdigerweise spricht Buys Ballot die Beziehung der Depression zum kommenden Winde aus, obgleich dieses im allgemeinen nicht ganz richtig ist, indessen mag dieser Umstand, wodurch das Gesetz direkt mit der Wetterprognose in Zusammenhang

gebracht wurde, nicht wenig zur raschen und allgemeinen Verbreitung des Gesetzes beigetragen haben.

In einer späteren Abhandlung [329]) bemerkt Buys Ballot: „Der erste Impuls ist gegen das Centrum der Depression gerichtet, denn dorthin fliesst die Luft ab; diese wird also gleichsam vom Centrum angezogen. Die Theilchen, von Norden kommend, werden durch die Drehung der Erde gegen Westen abgelenkt, ziehen anfangs aus NNE, dann NE etc.; die Theilchen von Süden her nehmen die Richtung aus SSW, dann SW, etc. Fortwährend wirkt aber die Anziehung und fortwährend dauert die Abstossung, also müssen die Lufttheilchen nothwendigerweise, gleichwie die Planeten, um das Centrum geschleudert werden, der Richtung eines sich bewegenden Uhrzeigers entgegen in der nördlichen, übereinstimmend mit ihr in der Richtung in der südlichen Hemisphäre. Diese Theorie ist die höhere Einheit der Theorien von Espy und Redfield, sie lehrt wie die Empirie nach Redfield verträglich ist mit der Wahrheit in der Theorie von Espy und wie sie daraus folgt. Auch Dr. Lloyd in Dublin hat schon früher (1854) gefunden, dass in Irland das Centrum der barometrischen Depressionen zur Linken der Windesrichtung liegt.“

In einem Handbuche der physischen Geographie („Die Erde“ 1884) hatte Hann bemerkt, dass das barische Windgesetz zuerst von Coffin und Ferrel in Amerika erkannt worden und erst später von Buys Ballot selbständig ausgesprochen und zum ersten Male zugleich zur Vorausbestimmung der kommenden Windrichtung verwandt worden sei [330]), so dass also die Priorität dieser wichtigen Entdeckung Buys Ballot nicht gebühre. Von hohem Interesse sind die gelegentlichen Bemerkungen, welche Buys Ballot über diesen Gegenstand an Hann mittheilt, und die wir hier der Hauptsache nach wiedergeben wollen [331]):

„Jelinek kannte die fraglichen Aussprüche von Coffin und Ferrel nicht, als er meine Broschüre übersetzte und ebenso Clement Ley, da er 1872 in seiner Arbeit „the law of storms“ von „Buys Ballot's law“ spricht im Gegensatze zu früheren Theorien. In Europa waren also die „amerikanischen Regeln“ unbekannt, mehr als 12 Jahre später, nachdem ich meine Regeln im Jahre 1857 in den „Comptes Rendus“ gegeben hatte.

Ich kenne die Abhandlungen von Ferrel 1858—1860 und die Entwickelung seines Gesetzes 1874 im „American Journal“. Gerne räume ich ein, dass er in mathematischen Formeln dargelegt hat,

was ich mit Worten sagte. Er spricht aber an dieser Stelle nur über den anwesenden Sturm, nicht aber über den Anfang. Wenn einmal der Wind sich cyclonisch dreht, so giebt er an, worin denn diese drehende Richtung sich etwas modificiren musste; ich hatte gezeigt, warum eine drehende Richtung in dem bestimmten Sinne entstehen muss.

Ich muss aber aufrichtig erklären, dass ich, wie hoch ich auch Ferrel's spätere Untersuchungen halte, doch nicht weiss, was er vor 1857 ausgesprochen hat. Dr. Lloyd ist noch am nächsten daran gewesen im Jahre 1854, wie ich auch erst nach 1860 bemerkt habe, und da sollte er, nicht aber Coffin oder Ferrel — wenn diese keine früheren Publikationen aufzuweisen haben — die Priorität haben."

Weiter macht Buys Ballot an Hann folgende eingehendere Mittheilungen: „Wenn Sie ganz sicher gehen wollen, wer die Priorität des Windgesetzes hat, so fragen Sie Herrn Ferrel selbst*). Der Ausdruck Coffin's sagt weiter nichts, als was Piddington etc. schon früher gesagt hatten. Wenn man darauf Acht geben will, so kommt auch Dr. Lloyd mit seinen „Notes on the Meteorology of Ireland" 1854 sehr in Betracht. Die erste Anzeige von mir findet sich in den „Verslagen en Mededelungen van de K. Akad. van Amsterdam I. Serie, VII p. 75—77"; Seite 76 sage ich, Sitzung vom Oktober, klar: „man sollte mit dem Telegraphen die Barometerstände von Groningen und Mastricht nach den Häfen berichten, damit die Schiffe vor Sturm gewarnt werden. Gleich darauf habe ich den Bericht an die Comptes Rendus kurz eingesandt. Er findet sich dort im November (1857) und daraus haben die Amerikaner es ohne Zweifel vernommen."

Zum Belege hierfür citirt Buys Ballot eine Stelle (Thirty fifth Congress first Session, May 6. 1858), in welcher sich Mr. King ausdrücklich auf die „Buys Ballot'sche Regel" bezieht; dann fährt er fort:

„Etwas später hat auch Maury im Senate etwas Aehnliches gesagt. . . Erst 1860 habe ich den Beweis gegeben, nachher habe ich wohl angedeutet: man solle auf die Phasen der Depressionen Acht geben, auf das Steigen und Fallen, man solle suchen, in welcher Richtung sich die Depressionen selbst bewegen, u. s. w.

---

*) Ferrel hatte auf eine frühere Anfrage von Buys Ballot keine Antwort gegeben.

Ich gab die Vorstellung von Clement Ley im 4. Theile des Scot. Met. Journals etwas anders und deutlicher, aber eigentlich habe ich mir zu wenig Mühe mit der Ausarbeitung gegeben und Ferrel, Reye, Mohn zu viel überlassen.

Diese Regel hat mir die Gunst meines hohen Gönners Dove gekostet. Er hatte mich eben den besten Vertheidiger seines Gesetzes von der Drehung genannt, wie ich denn auch in Pogg. Ann. die ausführlichsten Belege dafür gegeben hatte, und nun musste ich gerade das Umgekehrte beweisen. Nicht mit der Sonne in unserer Hemisphäre, sondern gegen die Sonne solle die Luft sich bewegen."

Dass Ferrel in der That schon vor Buys Ballot die Beziehungen der Luftdruckvertheilung zu den allgemeinen Lufströmungen richtig erkannt hat, geht zweifellos aus einer Arbeit Ferrel's hervor, welche allerdings früher wenig gekannt war[332]). Diese Beziehung spricht Ferrel (auf p. 10, the cause of high barometer about the parallels of 28°, and the low barometer at the polar circles) ganz deutlich aus und bemerkt (p. 14, the cause of the gyratory motions of hurricanes): „We shall now undertake to show that there cannot be a rushing of air from all sides towards a center, on any part of the earth except at the equator, without producing a gyration, and that the tendency to a distinct kind of gyration in each hemisphere, is owing, neither to any peculiarities of the winds or aerial currents, nor to the mysterious agent of magnetism, but that it results, as a necessary consequence, from the action, upon the atmosphere, of the four force*), which we have taken into consideration in the first part of this essay."

Das barische Windgesetz, welches im Laufe der letzten 3 Decennien allmählich weiter ausgebildet wurde, und welches einen ausserordentlichen Einfluss auf die Entwickelung und Stellung der Meteorologie äusserte, besagt zweierlei: 1) Auf der nördlichen Hemisphäre weht der Wind so, dass, wenn wir demselben den Rücken kehren, die linke etwas nach vorne erhobene Hand das Gebiet niedern, und die rechte, etwas nach rückwärts erhobene das Gebiet hohen Luftdruckes anzeigt. Für die südliche Hemisphäre sind Rechts und Links mit einander zu vertauschen. Dabei hängt die Grösse des Winkels, den die Windrichtung mit der

*) Nämlich: die Dichtigkeit der Luft, die Höhendifferenz und die Rotation in Bezug auf Länge und Breite.

Isobare (Verbindungslinie gleichen auf das Meeresniveau reducirten Luftdruckes) des betreffenden Ortes bildet, von der geographischen Breite, der Grösse der Reibung und von dem Beschleunigungs- oder Verzögerungszustande der Luftbewegung ab. 2) Unter gleichen Umständen ist die Windstärke um so grösser, je grösser die am Orte wirksamen in gleicher Weise gemessenen Druckunterschiede (Gradienten) sind. Die Richtung des Gradienten ist senkrecht zur Isobare, seine Grösse ist dem Unterschiede der in Millimetern ausgedrückten Barometerstände, bezogen auf den Aequatorgrad (= 111 Km.) als Längeneinheit, gleich. Das Verhältniss zwischen Windgeschwindigkeit und Gradient ist von denselben Umständen

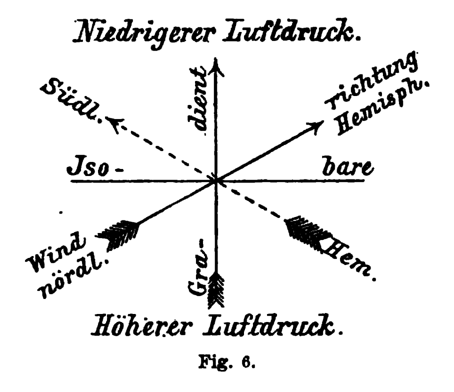


Fig. 6.

abhängig, wie die Grösse des Winkels der Windrichtung mit der Isobare.

Der erste Satz wird durch obenstehende Figur nach Köppen erläutert[333]).

Hauptsächlich auf Grundlage dieser beiden Gesetze bildete sich die ausübende Witterungskunde weiter fort und es schlossen sich hieran zahlreiche Bestrebungen, mit Benutzung der Telegraphie Wind und Wetter vorauszusagen. Die hierbei leitenden Gesichtspunkte wollen wir in gedrängter Kürze wiedergeben[334]); im zweiten Theile werde ich ausführlich auf diesen Gegenstand zurückkommen.

Der Luftdruck, welcher durch das Barometer gemessen wird, ist abhängig von der Masse der Luft, welche sich über einem Orte befindet. Da nun bekanntlich das Barometer starken und unregelmässigen Schwankungen ausgesetzt ist, so folgt, dass über demselben Orte nicht stets dieselbe Luftmasse vorhanden ist, und hier-

aus, sowie aus der Unveränderlichkeit der Atmosphärenmasse geht unmittelbar hervor, dass zur selben Zeit Gebiete mit höherem und niederem Drucke nebeneinander bestehen müssen. Ein anschauliches Bild über die Vertheilung des Luftdruckes für einen bestimmten Zeitmoment gewinnt man, wenn man alle Orte, an welchen das Barometer gleich hohen Luftdruck nachweist, durch Linien (Isobaren) mit einander verbindet. Da jedoch in den verschiedenen Höhenschichten das Gewicht der darüber lagernden Luftsäulen ein verschiedenes ist und mit der Höhe abnehmen muss, so werden in den Wetterkarten alle Barometerstände so umgerechnet, als wenn sie in derselben Höhe am Meeresspiegel abgelesen worden wären; für jede 10^m Erhebung über dem Meere wird ungefähr 1^{mm} dem

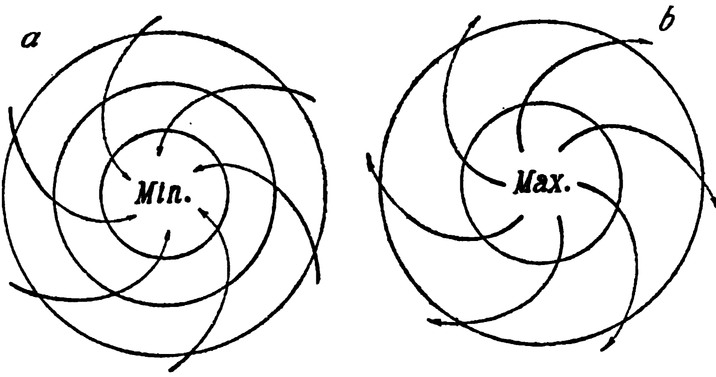


Fig. 7.

Barometerstande zugefügt. Die Isobaren werden gewöhnlich von 5 zu 5^{mm} ausgezogen.

Tragen wir nun in die Wetterkarte die Windrichtung und Windstärke durch kleine Pfeile ein, welche mit dem Winde fliegen, so erhalten wir Gebiete mit niederem und hohem Luftdrucke, welche mehr oder weniger abgerundete oder elliptische Umrisse haben; in diesen Gebieten erfolgt die Luftbewegung für die nördliche Hemisphäre nach obigem Schema (siehe Fig. 7), worin die kreisförmigen Linien die Isobaren, die gekrümmten Pfeile die Windbahnen vorstellen sollen.

Diese Gebiete stellen also Luftwirbel dar, bei welchen die Luft an der Erdoberfläche in Spirallinien entweder dem tiefsten Barometerstand zuströmt oder vom höchsten Luftdrucke ausströmt, im ersteren Falle der Bewegung der Uhrzeiger entgegen, im letzteren

mit derselben kreisend. Die Stelle, wo das Barometer tiefer steht als in der ganzen Umgebung, heisst das barometrische Minimum und das Gebiet niederen Luftdruckes schlechtweg eine Depression, dagegen derjenige Ort, wo das Barometer am höchsten steht, höher als in der ganzen Umgebung, wird das barometrische Maximum genannt. In der Umgebung eines barometrischen Minimums pflegt das Wetter trübe, regnerisch, nicht selten stürmisch zu sein. Dagegen in dem Gebiete hohen Luftdruckes herrscht meist heiteres Wetter mit schwacher Luftbewegung oder Windstille, häufig jedoch Bodennebel, im Winter Frost, im Sommer Hitze. Jedoch sind die Witterungszustände um eine barometrische Depression nicht gleichartig, sondern, der Natur der Winde entsprechend, sehr verschieden. Für unsere Gegenden bringen die auf der Südseite herrschenden südwestlichen Winde warme dampfreiche Luft mit Niederschlägen, dagegen die auf der Nordseite herrschenden nordöstlichen Winde kalte, weniger feuchte Luft und seltener Niederschläge.

Während die barometrischen Maxima ihren Ort meistens nur sehr wenig verändern, oft mehrere Tage lang über derselben Gegend liegen bleiben, sind die barometrischen Depressionen in der Regel in raschem Fortschreiten begriffen. Jedoch ist die Geschwindigkeit der Minima ausserordentlichen Schwankungen unterworfen: manchmal erscheinen sie tagelang fast stationär, manchmal schreiten sie mit Sturmesgeschwindigkeit fort. In den 5 Jahren von 1876—1880 zeigten dieselben für Westeuropa eine mittlere Geschwindigkeit von 64 Myriametern in 24 Stunden oder $7,4^{m}$ pro Sekunde, eine Geschwindigkeit, welche derjenigen eines mässigen Windes entspricht. In Amerika ist dieselbe viel grösser, nämlich 100 Myriameter in 24 Stunden, während sie auf dem Ocean 78 Myriameter beträgt, so dass also eine Abnahme der mitteren Geschwindigkeit von Amerika ostwärts über den Ocean nach Westeuropa zu erkennen ist, eine Thatsache, die ihren Grund in dem verschiedenen Verhalten der Winde in der Umgebung der Depression hat, wie wir noch weiter zeigen werden. Mit der Depression bewegen sich auch das dieselbe umgebende System der Winde und die Witterungszustände und so werden die Witterungsphänomene von einem Orte zum anderen getragen. Hieraus folgt die ausserordentliche Bedeutung der Fortpflanzung der Minima für die Aenderungen von Wind und Wetter für die einzelnen Gegenden und die grosse Wichtigkeit, Gesetzmässigkeiten oder Anhaltspunkte für die Fortbewegung der Minima aufzufinden. Um eine klare Uebersicht der

Wirkung einer vorüberziehenden Depression auf die Wind- und Wetterverhältnisse einer bestimmten Gegend zu geben, bediene ich mich der untenstehenden Figur, welche der Hauptsache nach den Arbeiten des vorzüglichen Forschers auf diesem Gebiete, Clement Ley, entlehnt ist.

Der grosse Pfeil bezeichnet die Fortpflanzungsrichtung des Minimums, die kreisförmigen Linien bedeuten die Isobaren, die krummen ausgezogenen Pfeile geben die Windrichtungen an der Erdoberfläche, die gestrichelten die Richtung der oberen Luftströmung oder die Bewegungsrichtung der Cirrus-Wolken an. Nehmen wir nun zunächst an, dass eine Depression nördlich an Hamburg vorüberzieht, etwa von den britischen Inseln ostwärts

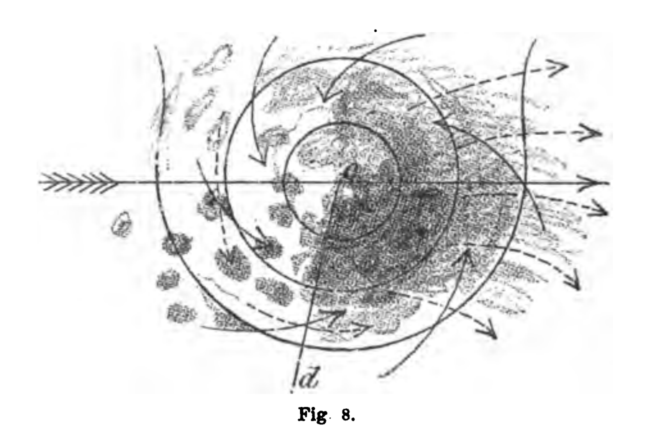


Fig. 8.

über das Skagerrak hinaus nach Südskandinavien hin, so lassen sich die hierdurch bedingten Witterungsverhältnisse etwa folgendermassen darstellen. Bei Annäherung der Depression fängt mit nach Südost umgehendem und unter Auffrischen nach Süd, später nach Südwest drehendem Winde und heiterem oder aufklarendem Wetter in der Regel das Barometer an zu sinken; bald darauf erscheinen im Westen langgestreckte Fäden Cirrusstreifen oder ein zarter Wolkenschleier, welcher langsam zum Zenith heraufzieht. Das sind die ersten Vorboten schlechten Wetters, welches im Westen bereits zur Herrschaft gelangt ist, und die mehr oder weniger massenhafte Entwickelung und die Geschwindigkeit dieser Wolkenart deutet in der Regel schon auf die geringere oder grössere Intensität der herannahenden Depression. Die oberen Wolken haben in diesem Falle nicht dieselbe Zugrichtung, wie der Unterwind, sondern beide

Richtungen kreuzen sich, wie in der Figur angedeutet ist, fast unter einem rechten Winkel. Allmählich überzieht eine dichtere Wolkenschicht wie ein Teppich den ganzen sichtbaren Himmel, bald tauchen unter dieser Hülle schwarze Regenwolken auf und nun beginnen ausgebreitete und anhaltende Niederschläge meist von nicht sehr erheblicher Intensität, der sogenannte Landregen, der erst nach Vorübergang der Depression sein Ende erreicht. Hat die Linie c d (Aufklarungslinie) den Ort passirt, so dreht der Wind, welcher allmählich unter fortgesetztem Auffrischen nach West umgegangen war, entweder allmählich, oder plötzlich in einer mehr oder weniger heftigen Böe nach Nordwest, die Niederschläge haben jetzt ihre grösste Stärke erreicht und werden, indem die Wolkendecke zerreisst, plötzlich unterbrochen. Ein ganz neuer Witterungszustand ist mit einemmal eingetreten: blauer Himmel wechselt jetzt rasch mit schwerem Cumulusgewölk, aus welchem bei böigem, rasch anschwellendem und plötzlich nach nördlicheren Richtungen springendem Winde und bei sprungweisem, oft rapidem Sinken des Thermometers heftige, aber meist nur kurze Zeit andauernde Regen-, Schnee- oder Hagelschauer herniederstürzen. Das Barometer, welches vorher seinen tiefsten Stand erreicht hatte, steigt, oft mit ausserordentlicher Geschwindigkeit. Allmählich werden die Böen seltener, der Wind schwächer, die Niederschläge fallen immer spärlicher und hören dann gänzlich auf; die Bewegungen des Barometers werden langsamer, und nach längerer oder kürzerer Zeit heiterer, ruhiger Witterung macht eine im Westen erscheinende neue Depression ihren Einfluss geltend.

Nicht so typisch dagegen sind die Witterungsvorgänge, wenn die Depression südlich an dem Orte vorbeigeht, oder dieser auf der linken Seite der Bahn der Depression gelegen ist. Alsdann zeigen sich zuerst die Cirruswolken oder der Cirrusschleier am südwestlichen Horizont. Während jene, aus Nordost ziehend, den Himmel überziehen, dreht der Wind bei fallendem Barometer gegen die Bewegung des Uhrzeigers. Unter der gleichmässig aschgrauen Decke ist die Entwickelung schwerer Regenwolken viel seltener und die Ausbreitung des Regengebietes ist viel beschränkter als auf der Südseite. Hört der Regen auf, so bleibt noch eine Zeit lang die aschgraue Decke und das Aufklaren geht nur ganz allmählich von statten, nachdem die Depression sich entfernt und das Barometer zu steigen begonnen hat.

Die Wärmeänderungen beim Vorübergange einer Depression

sind, insbesondere im Winter, sehr beträchtlich: auf der Vorderseite der Depression wehen südliche Winde, welche meistens warme, feuchte oceanische Luft in unsere Gegenden hinübertragen, und zudem hemmt die Wolkendecke die Ausstrahlung der Erde; auf der Rückseite dagegen wehen nördliche Winde, welche kalte Luft aus nördlichen Gegenden bringen und ausserdem ist der Wärmeausstrahlung in den Weltenraum kein Hinderniss entgegengesetzt.

Wie wir später noch eingehend auseinandersetzen wollen, befolgen die barometrischen Minima mit Vorliebe gewisse Bahnen oder Zugstrassen, auf welchen dieselben ein mehr oder weniger typisches Verhalten zeigen und es steht die Fortpflanzungsrichtung der Depressionen mit der Luftdruck- und Temperaturvertheilung in einem bestimmten Zusammenhange, so dass wir die Richtung der Depression aus der jeweiligen Wetterlage mit ziemlich grosser Wahrscheinlichkeit ableiten können. Alles dieses bildet die wissenschaftliche Grundlage der Wetterprognosen und Sturmwarnungen und es ist jetzt die Aufgabe der Wissenschaft, diese Grundlage zu befestigen und weiter auszubauen.

Auch durch rein theoretische Untersuchungen wurde die meteorologische Wissenschaft in nicht unerheblicher Weise gefördert. Wir wollen uns indessen darauf beschränken, auf die Arbeiten von Ferrel[335]), Rühlmann[336]), Reye[337]), Guldberg und Mohn[338]), Finger[339]), Thiesen[340]), Wiener[341]), Hann[342]), Sprung[343]), Köppen[344]), Oberbeck[345]), Marchi[346]) hinzuweisen.

IX. Meteorologische Conferenzen und Congresse.

Einen wichtigen Anstoss zur weiteren Entwickelung der Meteorologie gab Maury, der Vater der maritimen Meteorologie, dessen unermüdliches Wirken von grossartigen und für die Förderung der Wissenschaft weittragenden Erfolgen begleitet war. Obgleich der Verkehr zur See sich zu Anfang dieses Jahrhunderts mächtig gehoben und durch viele zweckmässige Einrichtungen vervollkommnet hatte, so war dennoch ein Punkt von eingreifender praktischer Bedeutung mehr oder weniger ganz vernachlässigt worden, nämlich, die Seereisen auf die kürzeste Dauer zurückzuführen. Man begnügte sich im Allgemeinen damit, dieselben Seewege fest-

zuhalten, welche vorher von den berühmtesten Seefahrern eingeschlagen waren und bemühte sich nicht, die vorherrschenden Windverhältnisse bei der Wahl der Seewege in Rechnung zu bringen. Als der Dampf als treibende Kraft in den Verkehr zur See eingeführt war, und jetzt die hohe Bedeutung eines raschen Transportes für Handel und Verkehr klar zu Tage trat, hatte das Segelschiff einen gefährlichen Rivalen gefunden, der seine weitere Anwendung im Seeverkehr überhaupt bedenklich in Frage zu setzen schien. Kein Wunder, dass man sich jetzt bestrebte, alles auszunutzen, um die Seerouten aufzufinden, auf welchen man am ersten die günstigen Winde antrifft, ohne sich jedoch von der kürzesten Route weit zu entfernen. Um die Windverhältnisse zu bestimmen, welche über irgend einem Meerestheile die vorwaltenden sind, ist ein in zeitlicher sowohl, als räumlicher Hinsicht reichhaltiges Beobachtungsmaterial erforderlich, und die Bearbeitung desselben zu einem einheitlichen Ganzen nach festen Grundsätzen[347]). Zur Schaffung dieses Materials bedurfte es einer grossen Anzahl Mitarbeiter und um diese zu erlangen, wandte sich Maury im Jahre 1842 an die Unionsregierung, die Bedeutung seines Unternehmens darlegend und um staatliche Unterstützung anhaltend. Zwar wurde von der Regierung eine Aufforderung zur Betheiligung an diesen Beobachtungen erlassen, allein das Publikum zeigte kein grosses Vertrauen zu den Erfolgen dieses wissenschaftlichen Unternehmens und der Aufruf blieb ohne Resultat. Entfernt davon, hierdurch von der einmal eingeschlagenen Bahn abzustehen, zeigte vielmehr Maury durch die That die grosse praktische Bedeutung seiner Bestrebungen, indem er nach den Beobachtungen auf der Kriegsmarine die kürzeste Seereise von Baltimore nach Rio Janeiro bestimmte und diese (1848) in 24 Tagen vollendete, während man zu dieser Reise früher durchschnittlich 41 Tage brauchte. Einige andere Reisen mit gleichen Erfolgen schlossen sich dieser an und nun wandte sich die Aufmerksamkeit der ganzen Marine der Union diesem so erfolgreichen Unternehmen zu. Um aber das von ihm angefangene Werk weiter auszubauen und alle Nationen in den Genuss der erzielten grossen Vortheile zu setzen, erschien es Maury zweckmässig, dieser neuen Richtung einen universellen Charakter aufzudrücken, und dieses gab Veranlassung zu der von den Vereinigten Staaten veranstalteten, im Jahre 1853 zu Brüssel tagenden Conferenz[348]). Durch diese Conferenz wurde ein System einheitlicher Beobachtungen zur See geschaffen, welches im Stande war, dem Seeverkehr grossen Segen

zu bringen, und so konnte Maury, wie es den Anschein hatte, sein Werk auf die breite Basis stellen, die er schon ursprünglich für dasselbe in Aussicht genommen hatte. Aber immerhin blieb der Erfolg hinter den Erwartungen zurück.

In einem Bericht über die unmittelbaren Folgen dieser Conferenz sowie über die Entwickelung der maritimen Meteorologie in Deutschland, welchen Neumayer dem II. internationalen Meteorologen-Congress in Rom abstattete [349]), entnehmen wir Folgendes:

„Es ist wohl nicht zu viel behauptet, wenn hier gleich im Beginne gesagt wird, dass die Anregung, welche durch die im August und September 1853 in Brüssel abgehaltene Conferenz gegeben wurde, nicht von dem Erfolge begleitet war, den man erwartet hatte und auch wohl erwarten durfte. Allerdings wurde in einzelnen Staaten, so in Nordamerika, England und Holland mit erneuter Thatkraft an die Organisation der meteorologischen Arbeit zur See geschritten und höchst bedeutsame Veröffentlichungen erzielt, allein die Theilnahme anderer Staaten, die sich durch die Errichtung von Centralstellen für die Pflege der maritimen Meteorologie hätte documentiren müssen, war nur sehr spärlich und vereinzelt. Weder in Frankreich, Russland, Schweden, Dänemark, noch auch in Deutschland folgte man unmittelbar nach jener Conferenz durch zweckentsprechende Organisation der meteorologischen Beobachtung zur See und durch systematische Bearbeitung derselben dem von den erstgenannten Staaten gesetzten Beispiele."

Der am 1. Januar 1868 in Hamburg gegründeten und unter die Leitung des W. v. Freeden gestellten „Norddeutschen Seewarte" gelang es, zahlreiche und tüchtige Capitäne zur Mitarbeiterschaft zu bewegen und entsprechend dem Streben nach dem bei der Gründung der Anstalt vorgesteckten Ziele „Sicherung und Kürzung der Seewege" wurden die eingelieferten Wetterbücher für die Bearbeitung von Segelanweisungen für Einzelreisen und für die Diskussion von verschiedenen Seewegen über den nordatlantischen Ocean verwerthet. „Gleich nach Gründung des Deutschen Reiches wurde aufs Neue der Versuch gemacht, die norddeutsche Seewarte, welche bisher nur eine jährliche Subvention bezogen hatte, zu erweitern und als Reichsinstitut zum vollen Umfange des Arbeitsplanes zu entwickeln. Ein Plan hiefür wurde von v. Freeden und Neumayer im Jahre 1871 ausgearbeitet und zur Kenntniss der Reichsbehörden gebracht [350]). Die betreffende Vorlage blieb jedoch ohne jeden Erfolg. Mittlerweile hatte man innerhalb der Kaiser-

lichen Admiralität das Hydrographische Bureau reorganisirt, wobei Sorge getragen worden war, dass in der physikalischen Section desselben auch die einleitenden Arbeiten für die einheitliche Organisation der maritimen Meteorologie für das Deutsche Reich ausgeführt werden konnten."

Wollte ich in meinen Darlegungen chronologisch weiter fortfahren, so hätte ich hier der mannigfachen Bestrebungen zu gedenken, welche sich in den einzelnen Staaten geltend machten, nämlich die bisher errungenen Kenntnisse in der Meteorologie für die Praxis, insbesondere für die Küstenschifffahrt, Fischerei und die Landwirthschaft zu verwerthen, Bestrebungen, welche in allen civilisirten Staaten nicht allein Europa's, sondern auch der übrigen Welttheile früher oder später zur Durchführung kamen. Indessen erscheint es mir geeigneter, zunächst die Meteorologen-Congresse und meteorologischen Conferenzen kurz zu besprechen, wodurch die ausübende Witterungskunde nicht wenig gefördert und vor Allem ein einheitliches internationales System für die Wettertelegraphie geschaffen wurde. Bei dieser Besprechung will ich mich darauf beschränken, nur einige der wichtigeren, die ausübende Witterungskunde betreffenden Punkte hervorzuheben.

Auf dem Congresse zu Brüssel war die Einheit der Beobachtungen zur See angestrebt worden, wie sie im Interesse des seefahrenden Publikums sich als nothwendig herausstellten, wenn auch die Vorschriften und Anforderungen an die Seefahrer vielleicht etwas über das Ziel hinausgingen, aber auch auf dem Lande machte sich im Allgemeinen das Bedürfniss nach einem einheitlichen Systeme der Erforschung der Witterungserscheinungen geltend, die sich naturgemäss auf ausgedehnte Länderstrecken, ja den ganzen Erdball umfassende Beobachtungen erstrecken muss. Eine Uebereinstimmung in der Beobachtung und in der Verwerthung des Materiales erschien um so mehr nothwendig, als dieses zu so einer ungeheuren Masse rasch angewachsen war, dass eine Ueberwältigung desselben schwer möglich sein konnte, und daher galt es, nunmehr Einheit in der Anordnung und Verwerthung zu schaffen, damit hierdurch eine Arbeitstheilung unter den einzelnen Instituten ermöglicht würde. Zudem waren in der letzteren Zeit viele neue Apparate, neue Beobachtungsmethoden entstanden, so dass wiederholt der Wunsch nach Meinungsaustausch dringend ausgesprochen wurde.

Schon im Jahre 1863 hatte Dove bei Gelegenheit der schwei-

zerischen Naturforscherversammlung die Meteorologen Frankreichs, Oesterreichs, Spaniens und Italiens nach Genf zu einer Berathung eingeladen, allein der Einladung wurde nur mangelhaft entsprochen und auch entbehrte die Conferenz eines internationalen Charakters.

Im Mai 1872 erging von Bruhns aus Leipzig, Jelinek aus Wien und Wild aus St. Petersburg an die Vorstände meteorologischer Institute, an die meteorologischen Gesellschaften und andere gelehrte Körperschaften sowie an Privatgelehrte und praktische meteorologische Beobachter eine Einladung zu einer Meteorologenversammlung in Leipzig, in Anschluss an die Naturforscherversammlung, welcher die Hauptaufgabe zugedacht war, ein Programm für einen im folgenden Jahre 1873 in Wien — wo gleichzeitig eine Weltausstellung stattfinden sollte und wo ein neues meteorologisch-magnetisches Centralinstitut, mit neuen Instrumenten ausgestattet, seine Thätigkeit in diesem Jahre beginnen sollte — in Aussicht genommenen internationalen Meteorologen-Congress festzustellen und über die aufgestellten Fragen zu Vorversuchen anzuregen[351]). Die Nothwendigkeit einer solchen Vorberathung hatte Dove bereits früher ausdrücklich betont und Buys Ballot hatte seine Ansichten über die zu besprechenden Punkte in einer eigenen Broschüre („Suggestions") niedergelegt.

Diese Versammlung trat unter zahlreicher Betheiligung (die Theilnehmerliste weist 52 Namen auf) am 14. August in Leipzig zusammen. Gegenstände der Berathung waren hauptsächlich Einrichtung und Aufstellung der Instrumente, und Methode der Bearbeitung und Publikation der Beobachtungen[352]). Für unsere Zwecke wollen wir hervorheben, dass auf Antrag Neumayer's im Interesse der maritimen Meteorologie eine Commission zur Berathung einer Vorlage bezüglich grösserer Einheit in den Beobachtungen zur See ernannt wurde, welcher auch die Berathung der Wettertelegraphie überwiesen wurde.

Die Commission kam in letzterer Beziehung zu dem folgenden Resultate: „Die Commission empfiehlt, die Conferenz wolle sich im Einklange mit den meisten Auctoritäten der Wissenschaft dahin aussprechen, dass die Frage über Prakticabilität und Zweckmässigkeit der Wetter- und Sturmsignale in Europa in vielen Punkten noch als eine offene zu betrachten sei. Sie möge die Nothwendigkeit weiterer eingehender Sichtung des vorhandenen Materials anerkennen und zu diesem Zwecke eine Commission, die aus den Herren Buys Ballot, Scott und Neumayer mit dem Rechte der

Cooptirung bestehen soll, ernennen. Sämmtliche Auctoritäten auf diesem Gebiete der Wissenschaft, unter denen besonders Mohn hervorgehoben wird, wären um ihre Ansichten zu befragen und es sollten die Resultate dieser Untersuchung in einem Berichte niedergelegt werden, der mindestens zwei Monate vor dem Zusammentritte des Congresses in Wien zu veröffentlichen wäre.“

Ehe ich auf diesen von der Commission an den Wiener Congress abgestatteten Bericht näher eingehe, will ich vorher bemerken, dass im September des Jahres 1872 die „Association française pour l'avancement des sciences“, eine nach dem Muster der „British Association for the advancement of science“ gebildete Gesellschaft, ihre erste Sitzung in Bordeaux abhielt und ihre Section für Meteorologie sich mit den auf den Wiener Congress beziehenden Fragen beschäftigte. Die Frage- nnd Berathungspunkte waren den klimatischen Verhältnissen Frankreichs angepasst und durch anderweitige ergänzt, welche mit der Anwendung der Meteorologie auf die Landwirthschaft im Zusammenhange stehen[853]).

Um möglichst viele competente Ansichten zu erhalten, wurde von der vorhin erwähnten Commission ein Circular, welches in 6 Fragen die wichtigsten Punkte der Wettertelegraphie enthielt, an die bedeutendsten Fachmänner der Erde geschickt und nachher die einzelnen Gutachten veröffentlicht. Die von v. Boguslawski herausgegebene und von Neumayer mit Vorwort und Resumé versehene Broschüre[854]) enthält eine sehr interessante Zusammenstellung der verschiedenen Ansichten über Wettertelegraphie und Sturmwarnungswesen, die in grossen Zügen eine Darlegung des Standes der ausübenden Witterungskunde, insbesondere im Interesse der Sturmwarnungen nach modernen Principien giebt. Zunächst lassen wir die Namen derjenigen Gelehrten und gelehrten Gesellschaften folgen, deren Gutachten in jenen Berichten aufgenommen sind: Allison Halifax, Blanfort Calcutta, Buys Ballot Utrecht, Chambers Bombay, Commission zur Berathung eines verbesserten Sturmsignalsystemes für die deutsche Küste Berlin, Donati Florenz, Fradesso de Silveira Lissabon, Gaster London, Hoffmeyer Kopenhagen, Kingston Toronto, Laughton Greenwich, Lefroy Bermudas, Meldrum Mauritius, Meteorologische Gesellschaft London, Meteorologische Gesellschaft von Schottland Edinburgh, Mohn Christiania, Oettingen Dorpat, Prestel Emden, Redfort Cumberland, Rikatscheff Petersburg, Rubinson Stockholm, Rundell Liverpool, Schentzl Pest, v. Littrow Fiume, Stahlberger Fiume, Strachan Lon-

don, Symons London, Toynbee London, Vernon Manchester, Wild Petersburg.

Aus diesen verschiedenen Berichten sowohl als auch aus den bisherigen Leistungen der bestehenden Systeme ergiebt sich mit genügender Klarheit, dass man von der Bedeutung der Wettertelegraphie für das praktische Leben überzeugt ist und deren Ausübung für eine Nothwendigkeit hält. Der Commission erschien es als wünschenswerth, dass das wettertelegraphische System in möglichster Ausbreitung entwickelt werde und zwar in einer thunlichst einheitlichen Weise. In denjenigen Ländern, in welchen solche Systeme noch nicht organisirt seien, sollten möglichst bald die zu einer solchen Organisation führenden Schritte geschehen. Die bei dieser Organisation massgebenden Grundsätze werden von der Commission der Hauptsache nach folgendermassen ausgesprochen:

1) Die Systeme sollen sowohl bezüglich der Einrichtungen als auch der telegraphischen Verbindungen unter einander in möglichst engem Anschlusse sein.

2) Die zu dem Systeme eines Landes gehörigen Beobachtungsstationen sind der Centralstelle für Wettertelegraphie und Sturmwarnungen zu unterstellen und müssen sich deren Vorstände jederzeit bereit halten, dieser Centralstelle Witterungsberichte einsenden und deren Fragen um Aufschluss beantworten zu können.

3) Die Beobachter an den zu dem System gehörigen Stationen müssen für den Zweck der Witterungstelegraphie gut instruirt werden.

4) Die Wahl eines Ortes als Station für ein Wettertelegraphensystem muss unter Berücksichtigung aller localen Verhältnisse und Anforderungen, besonders mit Rücksicht auf den Wind, stattfinden, ferner mit Rücksicht auf die an diesem Orte schon verzeichneten und reducirten Beobachtungsreihen und auf das allgemeine System, und unter Zuratheziehung der Interessen der Nachbarsysteme.

5) Um das Warnungswesen so wirksam als möglich zu machen, erscheint es wünschenswerth, dass die Beobachtungen und die darauf begründeten Benachrichtigungen so vollständig und so continuirlich als möglich stattfinden sollen, d. h. weder Sonn- und Feiertage dürfen hierin einen Unterschied machen, noch sollte während der Nacht eine gänzliche Unterbrechung stattfinden.

6) Es ist auf die bezüglichen Regierungen einzuwirken, dass der wettertelegraphische Dienst thunlichst erleichtert werde. Dieses gilt sowohl mit Bezug auf die Kosten, als auch auf die Zeit, mit

Bezug auf Telegramme innerhalb eines Systemes und von einer Direction an die andere. Wenn telegraphische Wetterberichte mit Rücksicht auf andere Depeschen verzögert werden, so wird dadurch die Wirksamkeit des Systemes in empfindlichster Weise beeinträchtigt.

Bezüglich des nothwendigen Umfanges der telegraphischen Mittheilungen zwischen den einzelnen Systemen setzt die Commission als Minimum fest: Wind nach Richtung und Stärke, Luftdruck, auch vom Abend des vorhergehenden Tages, Lufttemperatur, Feuchtigkeit, Regenmenge, Wolken, Witterung und Seegang und bei eintretenden atmosphärischen Störungen die Grösse und Richtung des wichtigsten und jüngsten Gradienten,

Ueber die Praktikabilität, sowie über die Art und Weise der Durchführung der Sturmwarnungen spricht sich die Commission auf Grund der Berichte folgendermassen aus:

„Giebt man den Stimmen einzelner Gesellschaften, sowie jenen hervorragender Auctoritäten auf dem Gebiete des Sturmwarnungswesens ein Gewicht = 10, anderen geübten Arbeitern auf diesem Gebiete ein Gewicht = 5, während weniger Erfahrene ein solches von 1 oder 2 erhalten, so stellt sich die Sache wie folgt:

Für Sturmwarnungen mehr oder minder ausführlich und bestimmt, jedenfalls über Mittheilungen von Thatbeständen hinaus, ergeben sich 72 Gewichte; gegen Sturmwarnungen und für Beschränkung auf Thatbestände nur 24.

Die Mehrzahl der eingelaufenen Urtheile geht dahin, dass diese Warnungen im Anschlusse an die Mittheilungen von Thatbeständen gegeben werden sollen, nur wenige halten diese Mittheilungen für vollkommen überflüssig, wogegen andere und gewichtige Stimmen nur für Mittheilungen von Thatbeständen ohne Warnungen sind. Es ist aber zu beachten, dass fast sämmtliche Urtheile sich auf den Norden und Nordwesten Europas beziehen und auch zunächst nur mit Rücksicht auf diese Gegenden zu verstehen sind, ja es dürfen die Grenzen noch enger gezogen werden, indem eigentlich nur die Küsten des bezeichneten Gebietes gemeint sind.

Es spricht aus diesen Gründen die Commission ihre Ansicht dahin aus, dass telegraphische Witterungsberichte zu einer Nothwendigkeit geworden sind, wie dieses schon bei Beantwortung der ersten Frage festgestellt wurde; ferner dass die Ergebnisse der zu diesem Zwecke organisirten oder zu organisirenden Systeme zu Mittheilungen einfacher Witterungsthatbestände vermittelst solcher Er-

weiterungen im Sinne der Sturmwarnung verwerthet werden können und müssen, wie sie durch die Weiterentwickelung unserer Erkenntniss der atmosphärischen Störungen gestattet sind. Die auf empirischem Wege und durch die Statistik der Witterungskunde erhaltenen Resultate können zum Nutzen der Schifffahrt, Agricultur u. s. w. verwendet werden.

Es handelt sich im gegenwärtigen Stadium der Entwickelung der Wetterprognose vorzugsweise darum, so genau als möglich den Charakter dessen zu definiren, was über die Mittheilungen von Thatbeständen hinausgeht. Unter allen vorliegenden Urtheilen ist kein einziges, welches für die Wetterprognose das Prädicat von Prophezeihungen, Wahrsagungen nicht verwürfe. Gegen den in diesen Bezeichnungen enthaltenen Begriff der Unfehlbarkeit wird von sämmtlichen auf das Entschiedenste Protest erhoben. Man spricht nur davon: „Eine Ansicht über das zu erwartende Wetter aussprechen — oder Wahrscheinlichkeiten für das Herannahen eines Sturmes geben — oder Möglichkeit der Vorherbestimmung von Wind nach Richtung und Stärke u. s. w."

Eine beträchtliche Schwierigkeit bei Ausübung der Sturmwarnung liegt nach Ansicht der Commission in der tactvollen Vermeidung zu sehr ins Einzelne gehender Andeutungen über Wind und Wetter. Der Einwand, der von Einzelnen der Befragten gemacht wurde, es würden die Berichte bald durch Nichtzutreffen der „Vorhersagungen" discreditirt, lässt sich nur dadurch entkräften, dass man atmosphärische Störungen anzeigt, welche voraussichtlich von ernstlichen Folgen begleitet sein werden. Man warne also mittelst Signalen nicht vor Winden von 5, 6 und 7 der Beaufortschen Skala, sondern darüber hinaus. Es werden solche Warnungen mit ungleich grösserer Sicherheit eintreffen und andererseits werden nach den bis jetzt gemachten Erfahrungen nur wenige gefahrbringende Erscheinungen der Beachtung entgehen. Eine allgemeine Norm für den Sturmgradienten lässt sich nicht geben, da derselbe vielfach localer Natur sein wird; es wird sich der Direktor erst nach und nach seine Erfahrung über diesen Punkt bilden müssen, wesshalb es sich nach der Ansicht der Commission empfiehlt, dass wirkliche Sturmwarnungen neu eingerichteter Systeme nicht sofort nach der Errichtung versucht werden sollten, sondern dass der Direktor sich erst die nöthige Erfahrung erwerben muss.

Würde man im Stande sein, mittelst Signale die genaue Definition der jeweiligen Mittheilungen über Witterungs-Thatbestände

und über die Andeutungen für kommendes Wetter in motivirenden Ausdrücken zu geben, so würde bald der grösste Theil der Schwierigkeiten gehoben sein; man wird indessen dieser Schwierigkeit durch Anschlag an Signalmasten, enthaltend Erklärungen über das Wetter und die Ansichten des Direktors, welche in irgend einer Weise zur weiteren Verbreitung gelangen, zu begegnen suchen müssen. Die Commission giebt weiter folgendes Gutachten ab:

„Es sollen auf telegraphischem Wege täglich womöglich zweimal Mittheilungen über Wetterthatbestände von der Centralstelle dem Publikum gegeben werden und zwar zunächst mit Rücksicht auf die Zwecke des praktischen Lebens, vorzugsweise der Schifffahrt. Diese Mittheilungen sind möglichst rasch zu verbreiten: durch Veröffentlichung in den Tagesblättern, oder durch synoptische Karten u. s. w. mit Ansichten über die Gestaltung des Wetters. Der Umfang dieser Mittheilungen richtet sich nach den einem Systeme zur Verfügung stehenden Mitteln und lässt sich daher hierüber nichts Bestimmtes feststellen. Im Falle erwarteter oder schon eingetretener Störungen in der Atmosphäre gehen Mittheilungen an die Signalstationen, Hafenmeister etc. und es muss denselben eine rasche Verbreitung gegeben werden. . .

Wenn aus dem Verhältnisse des Luftdruckes schwere Stürme von 7—8 und darüber der Beaufort'schen Skala zu erwarten stehen, soll an hervorragenden Punkten der Küste in Häfen und auf Rheden durch Signalapparate die Ansicht des Direktors der Centralstelle über Richtung, Stärke und Verlauf des Sturmes kundgegeben werden. Die Commission ist ferner der Ansicht, dass für diesen Zweck complicirte Apparate nicht empfohlen werden können und schlägt desshalb den Gebrauch der Trommel und des Kegels bei Tage und der entsprechenden Signallichter bei Nacht vor und erkennt an, dass eine Erweiterung dieser Signalmittel, etwa durch Hinzufügen des abgestutzten Kegels, wünschenwerth wäre; jedenfalls aber müssen die Warnungssignale international sein.

Um diesen Sturmwarnungen, welche für die Schifffahrt eine Wohlthat sind, eine grösstmögliche Wirksamkeit zu sichern und Missdeutungen vorzubeugen, wird von der Commission die Herausgabe einer Anleitung zum Verständniss der Signale für höchst wünschenswerth erachtet, welche Anleitung in einer Reihe von Sätzen, Erklärungen der Signale und deren Deutung, für verschiedene Fälle, gleichsam als erläuternde Beispiele, enthält, auf

welche Sätze man sich in irgend einer noch festzusetzenden Weise durch die Signale beziehen könnte.

Die Commission ist der Ansicht, dass während ein solches Verfahren vor Missdeutungen und Diskreditiren. der gegebenen Warnungen schützt, das Publikum nach und nach durch dasselbe zu einer klaren Einsicht in das Wesen und die Bedeutung der Wetterprognosen erzogen wird."

Wir haben den obigen Bericht etwas ausführlich mitgetheilt, weil die darin dargelegten Grundsätze für die Wettertelegraphie, insbesondere für das Sturmwarnungswesen, im Allgemeinen noch jetzt massgebend sind. Dieser Bericht wurde in der 9. Sitzung des Wiener Meteorologen-Congresses (2.—16. Sept. 1873) verlesen und in der 11. Sitzung grösstentheils einstimmig genehmigt[255]). Bei dieser Gelegenheit machte R. Scott die Bemerkung, dass es wünschenswerth sei, für die Witterungstelegramme ein gemeinsames Chiffern-System zu besitzen, welcher Vorschlag später zur Durchführung gelangte.

Auch vom Kriegsdepartement der Vereinigten Staaten Nordamerikas war der Wiener Congress beschickt worden. Der Delegirte General A. Myer wies auf das hohe Interesse hin, mit welchem das Departement alles betrachte, was auf den Fortschritt der Systeme der Sturmwarnungen Bezug habe und sprach den Wunsch aus, dass ein Austausch internationaler telegraphischer Wetterberichte die grösstmöglichste Ausdehung finden möge. Insbesondere aber stellte Myer den Antrag, dass gleichzeitige (simultane) Beobachtungen auf der ganzen nördlichen Hemisphäre eingeführt würden, ein Antrag welcher einstimmig angenommen wurde und bald darauf zur Durchführung kam.

Für die synoptische Meteorologie wichtig war der Vorschlag, für Bewölkung, Hydrometeore und die übrigen ausserordentlichen Erscheinungen bestimmte von der Landessprache unabhängige und daher allgemein verständliche Zeichen einzuführen. Die vom Congresse vorgeschlagenen Symbole sind folgende:

Regen	●	Reif	⊥⊥	Sonnenring	⊕
Schnee	✱	Thau	⍜	Sonnenhof	⦶
Gewitter	Γ<	Rauhfrost, Duft	V	Mondring	Ш
Wetterleuchten	<	Glatteis	∾	Mondhof	Ш
Hagel	▲	Schneegestöber	+→	Regenbogen	⌒
Graupeln	△	Eisnadeln	↔	Nordlicht	⋈
Nebel	≡	Starker Wind	⌇	Höhenrauch	∞

In Beziehung auf ihre Stärke werden die einzelnen Erscheinungen durch die Zahlen 0, 1 und 2 unterschieden, welche als Exponenten dem Symbol beigefügt werden in der Art, dass 0 sehr schwach, 2 stark bedeutet, z. B. $\bullet^0$ schwacher Regen, $\bullet^2$ starker Regen.

Von hoher Bedeutung für die Entwickelung der Meteorologie überhaupt wäre die Errichtung einer internationalen meteorologischen „Institution“ gewesen, wie sie auch vom Congresse als nützlich und wünschenswerth erachtet wurde, und welcher die Hauptaufgabe zufallen sollte, die nöthigen Daten für eine übersichtliche Einsicht des Verlaufes der meteorologischen Erscheinungen über so grosse Theile der Erdoberfläche, als nur möglich, zu sammeln und auf eine internationale Weise zu veröffentlichen, zufallen sollte [356]). Einem besonderen Comité von 5 Mitgliedern wurde der Auftrag gegeben, alle auf die Gründung dieser Anstalt bezüglichen Fragen zu untersuchen und ein detaillirtes Projekt zu entwerfen, eine Funktion, die in einer späteren Sitzung auf das aus 7 Mitgliedern bestehende permanente Comité überging, welchem die Verpflichtung zufiel, für die Ausführungen der Congressbeschlüsse Sorge zu tragen und die Berufung eines kommenden Congresses einzuleiten. Im Laufe der Zeit machten sich indessen verschiedene Gründe geltend, welche die Durchführung des eben erwähnten Projektes vereitelten.

Ich habe mich hier nur auf solche Punkte beschränkt, welche direkt mit der ausübenden Witterungskunde im Zusammenhange stehen, eine grosse Anzahl der Verhandlungsthemata des Congresses erstreckte sich auf die Anstellung, Berechnung und Verwerthung der Beobachtungen, auf die Organisation der Observatorien, Behandlung der Instrumente, maritime Meteorologie etc., so dass wir die ausserordentliche Wichtigkeit dieses Congresses in jeder Beziehung für die Förderung der Meteorologie wohl nicht mehr besonders hervorzuheben brauchen.

An diesen Congress schlossen sich die Sitzungen des permanenten Comités in Wien (16. September 1873), in Utrecht (vom 10.—14. September 1874 und im Oktober 1878), in London (18. bis 23. April 1876), der zweite internationale Congress in Rom (14. bis 22. April 1879) und die Sitzungen des internationalen Comités in Bern (9.—12. August 1880) und in Copenhagen (1.—4. August 1882). Ausserdem fanden noch statt eine private maritime Conferenz in London 1874 und 2 Conferenzen in Hamburg, welche die Besprechung des Signal- und Witterungsdienstes in Nordwesteuropa resp. in

Deutschland zum Gegenstand hatten (11.—14. Dezember 1875 und 2.—4. April 1880).

Inwiefern die Beschlüsse des Wiener Congresses schon sofort zur Durchführung kamen, davon geben die von den verschiedenen Centralstellen dem permanenten Comité erstatteten Berichte eingehend Auskunft[357]), diese constatiren am besten den erfreulichen Einfluss dieses Congresses auf die Entwickelung der Meteorologie.

In der zweiten Sitzung des permanenten Comités zu Utrecht legten Scott und Wild einen Bericht über ein internationales Chiffern-System für Wettertelegramme vor, welches in der vierten Sitzung genehmigt wurde und seit Beginn des Jahres 1875 fast in ganz Europa eingeführt war. Dieses System trägt wesentlich zur Erleichterung des telegraphischen Wetterdienstes bei und hat sich im Laufe der Zeit als durchaus praktisch bewährt, obgleich einige kleine Abkürzungen, worauf wir später (im II. Theile) zurückkommen werden, wünschenswerth erscheinen.

Mit Rücksicht auf die verschiedenen Maasseinheiten, die den englischen und continentalen Witterungsdepeschen zu Grunde liegen, wählte man auch eine etwas verschiedene Form des Chiffern-Systems für England einerseits und für den Continent andererseits. Die Depeschen bestehen aus fünfstelligen Ziffergruppen, denen etwaige Bemerkungen in Worten beigefügt werden. Durch die Stellung der Ziffern in Gruppen und die Reihenfolge der Gruppen ist der Sinn jeder Ziffer völlig bestimmt; in allen Angaben kommen die Zehner, Einer, Zehntel und Hundertel unabänderlich auf ihre bestimmten Plätze; Stellen, für die keine Zahl zu geben ist, werden durch Nullen ausgefüllt, so dass die Zahl der Zeichen in der Gruppe stets 5 bleibt. Das allgemeine Schema für eine vollständige Witterungsdepesche ist:

	gestern Abend		heute Morgen			
Gruppe	I	II	III	IV	V	VI
Contin.	BBBWW	SHTTT	BBBWW	SHTTT	T'T'T'RR	MMmmG
Englnd.	BBBWW	SSHTT	BBBWW	SSHTT	T'T'RRR	MMmmG

BBB bedeutet den von Instrumentalfehlern befreiten, auf 0° C. und das Meeresniveau reducirten Barometerstand bis auf $0,1^{mm}$ (oder 0,01 Zoll). Die Hunderte der Millimeter und die Zehner der Zolle werden weggelassen. Z. B. statt $765,4^{mm}$ wird telegraphirt 654 (statt 29,72″ = 972, statt 30,02 = 002).

WW bedeutet die wahre (nach dem astronomischen, nicht

nach dem magnetischen Nordpunkte bestimmte) Windrichtung nach 16 Strichen (von den 32), zu deren Bezeichnung aber nur gerade Zahlen anzuwenden sind, z. B. N = 32, NNE = 02, NE = 04, ENE = 06, E = 08, ESE = 10, SE = 12 etc. Für Windstille wird an Stelle von WW = 00 gesetzt.

S (**SS**) bedeutet die Windstärke nach der Skala des Admirals Beaufort. Für den Continent wird, wenn die Stärke über 9 geht, diese Ziffer in die betreffende Gruppe eingesetzt und am Ende des Telegramms die Stärke noch mit Worten angegeben. Als Schätzung nach der Beaufort'schen Skala ist anzunehmen (Seeskala):

	Beauf.-Skala	Geschwind. M. p. Sec.		Beauf.-Skala	Geschwind. M. p. Sec.
Windstille	0	(1,5)	Harter, steifer Wind	7	18
Leiser Zug	1	3,5	Stürmischer	8	21,5
Leichter Wind	2	6	Sturm	9	25
Schwacher „	3	8	Starker Sturm	10	29
Mässiger „	4	10	Harter (heft.) Sturm	11	33,5
Frischer „	5	12,5	Orcan	12	40
Starker „	6	15			

H bedeutetet Hydrometeore oder Witterung, und zwar bezeichnet:

0 = ganz heiter, wolkenlos	5 = Regen
1 = 1/4 bedeckt	6 = Schnee
2 = 2/4 „	7 = Dunst, Höhenrauch (nebl.)
3 = 3/4 „	8 = Nebel (am Orte selbst)
4 = ganz „	9 = Gewitter.

Das Vorkommen von Hagel, Wetterleuchten, Nordlicht etc. wird am Schlusse der Depesche in Worten beigefügt. Die in die Stelle H gesetzte Ziffer bezieht sich, wie alle übrigen Ziffern, auf den Zustand des Himmels oder die Witterung nur zur Zeit der Beobachtung.

TTT (**TT**) bedeutet die Temperatur des trockenen Thermometers bis auf 0,1° C. (oder 1° F.), z. B. 13,4° C. = 134, 5,2° C. = 052, 0,3° C. = 003. Bei Temperaturen unter 0° C. wird zur Anzahl der abgelesenen ganzen Minusgrade 50 hinzugefügt, z. B. — 0,3° C. wird telegraphirt 503, — 1,2° C. = 512, — 13,5 = 635.

T'T'T' (**T'T'**) giebt die Angaben des feuchten Termometers wie vorhin angegeben.

RR (**RRR**) bedeutet die von gestern 8 bis heute 8 Uhr Morgens (Zeit der Beobachtung), also in 24 Stunden, gefallene Nieder-

schlagsmenge, in ganzen Millimetern (oder Hundertstel-Zollen) ausgedrückt. In den Witterungstelegrammen Norwegens bedeutet 99, dass Niederschläge in der Nacht gefallen sind, deren Menge nicht bestimmt wurde; später wurde diese Bezeichnung auch für die übrigen Staaten für nicht gemessene oder nicht messbare Niederschläge angenommen.

MM bedeutet die Angabe des Maximum-Thermometers in ganzen Graden. Bei Minus-Graden ist ebenso zu verfahren wie bei TTT. **mm** giebt die Temperatur des Minimum-Thermometers.

G bedeutet den Seegang und zwar:

0 = schlicht,	5 = unruhig,
1 = sehr ruhig,	6 = grob,
2 = ruhig,	7 = hoch,
3 = leicht bewegt,	8 = sehr hoch,
4 = mässig bewegt,	9 = äusserst (furchtbar) hoch.

Da nur sehr wenige deutsche Stationen in der Lage sind, über den Zustand der See zu berichten, so hat die Seewarte statt dessen den Zustand des Himmels für ihre inländischen Stationen an dieser Stelle aufgenommen (die Küstenstationen geben den Seegang als Bemerkung), so zwar, dass bedeutet:

0 = wolkenloser, blassblauer Himmel	5 = strati, strato-cumuli
1 = Cirri,	6 = schwere, dunkle Wolken
2 = Cirro-strati oder leicht überzog.	7 = mehrere Schichten übereinand.
3 = Cirro-cumuli (Schäfchen)	8 = einförmig grauer Himmel
4 = Cumuli und Cumulo-strati	9 = wolkenlos., tiefblauer Himmel.

Als Beispiel eines Wettertelegrammes geben wir folgendes an:

39520 95138 48328 52086 07909 16074

Abends heftiger Sturm, Nachts starke Böen.

Die dechiffrirte Depesche lautet: Gestern Abend: Barometer = 739,5mm, Südwest heftiger Sturm, Regen, Temperatur 13,8° C.; heute Morgen 8 Uhr: Barometer = 748,3mm, Nordwest frisch, halb bedeckt, Thermometer trockenes 8,6°, feuchtes 7,9° C., Regenmenge in den letzten 24 Stunden 9mm, Maximum-Thermometer 16°, Minimum-Thermometer 7° C. Seegang mässig (oder für eine deutsche Station: Cumuli-Wolken).

Die vorhin erörterten Vorschläge des permanenten Comité's wurden auf dem Congresse zu Rom angenommen.

Interessant sind die den Protokollen der Utrechter Conferenz beigegebenen Berichte über die Errichtung einer internationalen Institution, in welchen sich namentlich Wild gegen die Durch-

führung des Planes ausspricht. Das genannte Comité kam zu der Ansicht: 1) dass zunächst eine fest organisirte, aus internationalen Mitteln zu errichtende Institution noch nicht ausführbar sei; 2) dass das Comité es für möglich und nützlich halte, individuelle Arbeiten auf dem Gebiete der internationalen Meteorologie nach Maassgabe der ihm zu Gebote stehenden Mittel zu unterstützen. Die maritime Conferenz im September 1874 in London, welche auf Veranlassung des genannten Comité's zusammentrat, war für die Fortentwickelung der maritimen Meteorologie von sehr erheblicher Bedeutung. Besondere Berücksichtigung wurde dem Ausspruche des Wiener Congresses gewidmet, der dahin ging, dass in allen Staaten, in welchen es die Interessen erheischten und Centralstellen für die Pflege der maritimen Meteorologie noch nicht bestanden, solche Institute eingerichtet werden sollten[358]).

Die Conferenzen in Hamburg (1875 und 1880) stehen in naher Beziehung mit der Organisation des wettertelegraphischen Dienstes an der Deutschen Seewarte und werden weiter unten besprochen werden.

Die Besprechungen des permanenten Comités in London 1876 hatten zum Gegenstande: Organisation der Beobachtungen und Einrichtung der Beobachtungsstationen, Gebirgs- und Polarstationen, Vergleichung der Normal-Barometer und -Thermometer, internationale meteorologische Untersuchungen, das internationale Chiffernsystem und die Vorarbeiten für den nächsten römischen Congress[359]).

Der zweite internationale Meteorologen-Congress fand vom 14. bis 22. April 1879 in Rom statt[360]).

Die Berathungen dieses Congresses erstreckten sich über internationale Organisationsfragen und Untersuchungen über Vergleichung und Aufstellung der Instrumente, über Anstellung und Publikation von Beobachtungen, Höhenmeteorologie, Wettertelegraphie und Wetterprognosen, maritime Meteorologie etc. Diesem Congress legte Scott einen Bericht über die Fortschritte der Wettertelegraphie vor[361]), dem wir die allgemeinen Schlussbetrachtungen entnehmen: „Zum Schlusse möchte ich bemerken, dass die in den Circularen enthaltenen Auskünfte zeigen, wie die Bedeutung der Wettertelegraphie in fast allen vertretenen Staaten anerkannt wird, und dass die Hauptfehler des europäischen Systems in geringerem Maasse von den Schwierigkeiten internationaler Vereinbarungen, als von den durch die geographische Lage bedingten herrühren. Wenn die für den telegraphischen Wetterdienst

in Europa verfügbaren Geldmittel nicht sehr vergrössert werden, wird es undurchführbar sein, ein geschultes Personal von Berichterstattern, welches fast zu jeder Stunde des Tages wie der Nacht zum Dienste gleich bereit ist, zu beschaffen. Das ist's aber, was in gewissem Sinne in den Vereinigten Staaten existirt und dieselben befähigt, die durch den grossen Zeitunterschied zwischen den östlichen und westlichen Stationen veranlassten Schwierigkeiten zu überwinden.

Immerhin möchte ich mit Zuversicht behaupten, dass wenig Aussicht vorhanden ist, den telegraphischen Wetterdienst in Europa auf eine gleiche oder nur annähernd gleiche Höhe mit dem in den Vereinigten Staaten existirenden zu bringen. Wie aus der ganzen Reihe von Antworten (auf das Circular) hervorgeht, bedürfen wir einer reichlicheren Geldbewilligung, um inhaltreichere und häufigere Berichte bezahlen zu können, eines grösseren Personals, um die Herstellung und Publikation der täglichen Wetterberichte beschleunigen zu können, und vor Allem, um die Kosten der wissenschaftlichen Discussion des vorhandenen Materials bestreiten zu können. Dieses ist aber ein Gegenstand der Untersuchung, welcher Geschicklichkeit, Erfahrung und Ausdauer verlangt. Gleichwohl müssen wir die Thatsache hervorheben, dass wir beim Vergleich des Standes der Wetterkenntniss im Jahre 1877 mit dem vor 20 Jahren, als Leverrier zum ersten Male die Einrichtung des telegraphischen Wetterdienstes in Frankreich traf, das Gefühl der Befriedigung über die gewonnene Kenntniss und der vertrauensvollen Erwartung, dass die weiteren 20 Jahre durch schnelle Fortschritte auf dem Gebiete der wissenschaftlichen Wetterkenntniss ausgezeichnet sein werden, nicht zurückweisen können.“

Erwähnenswerth ist ein Vorschlag von Hildebrandsson, wonach der Zug der Cirrus-Wolken auf einigen Stationen jedes Beobachtungssystems beobachtet und publicirt werden sollte, welcher vom Congress und insbesondere von Hann der Beachtung empfohlen wurde. Hann glaubt, dass durch allgemeine Einführung von regelmässigen telegraphischen Mittheilungen über den Zug der Wolken, insbesondere der höheren Wolken, die Wetterprognose in ein neues Stadium treten und so erhebliche Fortschritte machen könnte.

Bezüglich der Reduction der Barometerstände auf das Meeresniveau gab der Congress sein Gutachten dahin ab, dass diese durch Anbringung einer constanten Grösse, wenn eine Genauigkeit von

± $0{,}5^{mm}$ erstrebt wird, nur für Höhen bis zu 20^{m} zulässig sei. Desshalb müsse auf Stationen von mehr als 20^{m} Seehöhe die Temperatur und angenähert auch die mittlere Feuchtigkeit nach der Methode von Laplace in Rechnung gebracht werden; ferner sollten in den Wetterberichten die unreducirten Barometerstände neben den auf's Meeresniveau reducirten angegeben werden.

„Zur Hebung der landwirthschaftlichen und forstwirthschaftlichen Meteorologie empfiehlt der Congress als Forschungsprogramm:

1) Der Einfluss der meteorologischen Elemente auf die Pflanzenwelt.
2) Die Rückwirkung der Pflanzenwelt auf die meteorologischen Elemente.
3) Landwirthschaftliche Wetterwarnungen.

Da der Congress den Gegenstand für zu wichtig hielt, um sofort darüber detaillirte Beschlüsse zu fassen, so schlägt er vor, das permanente Comité zu beauftragen, vor dem nächsten Frühjahre die Zusammenberufung einer internationalen Conferenz zu veranlassen, welche die besondere Aufgabe hat, sich mit der Entwickelung der landwirthschaftlichen und forstwirthschaftlichen Meteorologie zu befassen."

Die Errichtung eines internationalen meteorologischen Institutes wurde auf diesem Congresse wieder in den Kreis der Berathung gezogen, jedoch ohne entschiedenen Erfolg.

Schliesslich wollen wir noch auf eine Reihe dem Berichte über diesen Congress beigegebener Nachweise über die Art der Organisation der meteorologischen Systeme in Europa und Nordamerika verweisen, welche die Beantwortung von Fragen eines vom englischen Parlamente erlassenen Circulares enthalten.

Aus dem Bericht über die Verhandlungen des permanenten Comités in Bern[362]) wollen wir hauptsächlich einen Vorschlag Hoffmeyer's, der uns im zweiten Theile noch ausführlich beschäftigen wird, hervorheben, welcher eine Ausdehnung des Wetterdienstes westwärts auf den Ocean bezweckt. Wir lassen Hoffmeyer's Mittheilung hier wörtlich folgen (Anhang V, pag. 36):

„In einer Abhandlung über die Stürme des Atlantischen Oceans habe ich nachzuweisen versucht, wie es möglich sein würde, gewissermassen der ungünstigen Lage, in welche der europäische meteorologische Beobachtungsdienst dadurch versetzt wird, dass unser Continent im Westen durch den Ocean begrenzt ist, abzuhelfen; als praktisches Mittel habe ich die Errichtung meteo-

rologischer Stationen auf den Faröer-Inseln, Island, Grönland und den Azoren, in telegraphischer Verbindung mit Europa, angegeben. Ich überlasse es dem ehrenwerthen Comité, über den Werth dieser Darlegung zu entscheiden; wenn es aber darauf ankäme, einen entscheidenden Beweis dafür zu geben, würde ich es wagen, darauf aufmerksam zu machen, dass es dem Comité, indem es sich im obigen Sinne über das Projekt ausspräche, nicht allein gelingen würde, demselben einen Stempel der Autorität zu verleihen, welchen mein Name allein nicht im Stande ist, ihm mitzugeben, sondern dass es auch eine kräftige Stütze werden könnte, das Projekt der praktischen Ausführung näher zu bringen. Indem ich diese Angelegenheit dem ehrenwerthen Comité empfehle, kann ich nicht umhin, hinzuzufügen, dass ich demselben beständig zur Verfügung stehe, wenn es sich darum handelt, Nachweise, welche nothwendig oder wünschenswerth erscheinen, herbeizuschaffen."

Dieses Projekt fand die volle Zustimmung des Comités, und es wurde von diesem dessen grosse Wichtigkeit ausgesprochen zur Hebung der Wissenschaft von Witterungsaussichten in Europa, so dass die Verwirklichung jenes Planes nur zu hoffen sei.

Unter anderem sind diesem Berichte beigefügt: Protokoll der Verhandlungen der intercolonialen meteorologischen Conferenz zu Sydney (11.—13. November 1879), Bericht über die Verhandlungen und Ergebnisse der internationalen Polar-Conferenz in Hamburg (1.—5. Oktober 1879), Plan zur Herstellung einer meteorologischen Bibliographie (von Hellmann) und Antworten auf das Circular über die Ausführung der Beschlüsse des Congresses zu Rom.

In den Sitzungen des permanenten Comités in Kopenhagen (1.—4. August 1882) wurde bezüglich des Hoffmeyer'schen Projektes folgender Beschluss angenommen[363]): „Mit Bezug auf seine früheren Aeusserungen über diesen Gegenstand erachtet das Comité, dass Sturmwarnungen nicht eher alle Vortheile, die von ihnen vorausgesetzt werden dürfen, verwirklichen können, als bis regelmässige telegraphische Verbindungen mit den westlich von Europa gelegenen Stationen, nämlich Island, Amerika und den Azoren, eingerichtet sind. Die Aussicht auf die Errichtung dieses Beobachtungsnetzes scheint nicht nahe zu liegen, doch ist das Comité der Ansicht, dass ein Island mit Europa verbindendes Kabel den dringendsten Erfordernissen genügen würde; daher empfiehlt es das Unternehmen und ersucht Herrn Hoffmeyer, zur Vertheilung

durch das Bureau des Comités eine, das allgemeine Interesse an dem Projekte darlegende Denkschrift zu entwerfen."

Eine von C. J. Tietgen vorgenommene Kostenberechnung ergab, dass die Ausführung eines Kabels nach Island 200,000 £ kosten würde, während die kaufmännischen und Privatdepeschen höchstens die Betriebskosten decken würden. Zur Verzinsung, Rückzahlung des Grundkapitals und zu Reparaturen wären 20,000 £ erforderlich, welche von denjenigen Systemen zu zahlen seien, welche ein Interesse hätten an der Erlangung jener wichtigen Erweiterung der vorhandenen meteorologischen Beobachtungen. Nach dieser Berechnung kämen unter Berücksichtigung der Bedeutung der einzelnen Staaten in Bezug auf Schifffahrt, Ausdehnung, Bevölkerung etc. die jährlichen Kosten für 3 tägliche Wetterdepeschen für Dänemark, England und Frankreich 3285 £, für Russland, Deutschland und Norwegen 2190 £, für Holland, Schweden, Portugal und Oesterreich 1095 £.

Buys Ballot lenkte die Aufmerksamkeit des Comité's auf eine wiederholt von ihm ausgesprochene und zuerst von ihm im Kleinen durchgeführte Idee, die Registrirungen der Apparate entlegener Stationen durch die Telegraphenleitung auf die Centralanstalt zu übertragen. Thatsächlich wurde diese Idee auf Initiative des Direktors der Brüsseler Sternwarte, Houzeau, durch die ständige Verbindung der Registrirapparate in Ostende, Antwerpen und Arlon mit der Centralanstalt Brüssel, sowie durch die temporäre von Brüssel mit Paris (durch Rysselberghe) verwirklicht. Ein einziger Schreibstift zeichnet Luftdruck, Richtung und Stärke des Windes, Temperatur, Feuchtigkeit und Regenmenge etwa alle 10 Minuten (besser continuirlich) auf einer Metallplatte, die sofort zum Drucke angewendet werden kann. Würde man auf diese Weise an der Centralanstalt zu jeder beliebigen Zeit die Aufzeichnung einer Anzahl gut vertheilter Stationen vor sich haben, so wäre man im Stande, die Aenderungen von Wind und Wetter, oder, worauf es bei der Wetterprognose besonders ankommt, die Aenderungstendenz continuirlich zu verfolgen, und es wäre fast unmöglich, dass irgend eine Störung unbeachtet auftreten, sich entwickeln und irgend eine Gegend ohne Warnung überraschen könnte. Man erkennt sofort die Vorzüge dieses Systemes und den ausserordentlichen Vortheil vor der bisherigen Methode, bei welcher meistens nur einmal oder zweimal telegraphische Nachrichten an die Centralanstalt einlaufen, so dass der continuirliche Gang der

Witterung und die Aenderungstendenz aus Zeitintervallen geschlossen werden müssen, die noch ziemlich weit auseinander liegen, und es unvermeidlich ist, dass auch hin und wieder grössere atmosphärische Störungen uns unvermuthet überraschen. Durch diese Einrichtung — Teleometeorographie — würde das Studium der grossen atmosphärischen Bewegungen und der localen Vorgänge gewissermassen einem Laboratoriumexperimente vergleichbar sein[364]. Es sei noch bemerkt, dass in der 5. Sitzung des internationalen Congresses für Elektricität in Paris Rysselberghe die Durchführung dieses Projectes in Vorschlag brachte.

Das Comité erkannte die hohe Wichtigkeit dieses Systemes an und glaubte, dass mit den verschiedenen Arten der vorgeschlagenen Apparate Versuche angestellt werden sollten, während Rysselberghe um die Mittheilungen der Einzelheiten über die Ausführung des Planes zu ersuchen sei.

Vielleicht liesse sich das Rysselberghe'sche Project in der Weise modificiren, dass, um die Kosten auf ein Minimum zu reduciren, zu den Registrirungen diejenigen Telegraphenleitungen zur Verwendung kämen, welche zeitweise nicht in Thätigkeit sind, und in den Nachtstunden mag letzteres vielfach der Fall sein. Man hätte dann nur noch die verhältnissmässig geringen Anschaffungskosten der Registrirapparate zu tragen. Allerdings würden dann die Registrirungen manche Lücken aufweisen, allein man würde so immerhin ein sehr brauchbares Material erhalten, woraus man in Verbindung mit den Wetterkarten grossen Nutzen für die Praxis ziehen könnte.

Hervorzuheben ist ein ausführlicher, dem Berichte über diese Verhandlungen beigegebener Nachweis über die Organisation der meteorologischen Systeme verschiedener Länder, den wir noch weiter unten zum Theil benutzen werden.

In den vorher besprochenen Verhandlungen ist häufiger die Rede gewesen von synoptischen Karten, insbesondere von den von Hoffmeyer herausgegebenen, welche auf Grund eines sehr umfassenden Beobachtungsmaterials für ein grosses Gebiet, Europa und den Atlantischen Ocean, construirt wurden. Diese Karten geben ein ausgezeichnetes Hilfsmittel zum Studium der gleichzeitig stattfindenden Witterungserscheinungen und sind auf die Entwickelung der modernen Meteorologie nicht ohne Einfluss geblieben, wesshalb wir sie hier nicht übergehen können.

Bereits viel früher wurden in Frankreich synoptische Karten

in grossartigem Maassstabe herausgegeben, deren Gebiet von Nordamerika ostwärts über den Atlantischen Ocean hinaus nach Europa bis zum Ural sich erstreckt und vom Polarkreis nach dem Aequator sich ausdehnt. Leider liegt nur $1\frac{1}{2}$ Jahr dieser interessanten Publikation vor (1864 Juni bis December und 1865)[365]. Wir dürfen allerdings nicht verkennen, dass der Atlas viele und erhebliche Lücken im Beobachtungsmaterial enthält, und dass die Isobaren über ganze Meeres- und Länderstrecken mit fehlenden oder doch sehr spärlichen Beobachtungen, wenn auch mit einer zuversichtlichen Eleganz, gezogen sind, so dass nicht möglich ist, Störungen mit einiger Wahrscheinlichkeit von Tag zu Tag zu verfolgen, und das Buys Ballot'sche Gesetz dabei manchmal arg ins Gedränge kommt.

Viel sorgfältiger und reichhaltiger an Material sind die synoptischen Karten, welche seit 1874 von Hoffmeyer (vom Dec. 1873 beginnend) herausgegeben wurden; anfänglich beschränkten sich diese Karten nur auf Europa und wurden später auch auf den Atlantischen Ocean und Nordamerika ausgedehnt[366]. Ueber die Bedeutung dieser Karten sowohl für das Studium der grossen atmosphärischen Bewegungen, als auch für ganz detaillirte, locale Untersuchungen werden wir im zweiten Theile ausführlich sprechen.

Es ist sehr zu bedauern, dass dieses schöne Unternehmen nur bis zu Ende des Jahrganges 1876 durchgeführt wurde.

In neuester Zeit werden tägliche synoptische Karten, das Gebiet vom Felsengebirge ostwärts bis über den Ural hinaus umfassend, von dem Dänischen meteorologischen Institut und der Deutschen Seewarte veröffentlicht[367]. Diese Karten beginnen mit December 1880; es steht zu hoffen, dass diese Unternehmung einen dauernden Bestand habe. Sehr zu wünschen wäre nur, dass die Lücke von 1877—1880 nach und nach vervollständigt würde.

Von den übrigen synoptischen (Wetter)- Karten, welche auf Grund telegraphischer Wetterberichte von den meteorologischen Instituten und Zeitungen veröffentlicht werden, werden wir weiter unten sprechen.

X. Die Entwickelung der Wettertelegraphie in den Hauptstaaten.

Nachdem in den verschiedenen Ländern Telegraphenverbindungen geschaffen und diese von den Zeitungen zur raschen Verbreitung merkwürdiger Begebenheiten in Benutzung genommen waren, wurden auch besonders auffallende Witterungsphänomene, insbesondere verheerende Stürme, Hagelfälle etc. durch den Telegraphen übermittelt. Hieran knüpfte sich alsbald der Gedanke, dass es möglich, ja leicht sei, einem Sturme, welcher sich an irgend einem Orte Europas zeige und dessen Fortpflanzung man sich früher, entsprechend den damaligen Anschauungen über Polar- und Aequatorialströme, geradlinig dachte, durch den elektrischen Strom voranzueilen und die bedrohten Gegenden noch rechtzeitig vor der hereinbrechenden Gefahr zu warnen. Diese Idee wurde fast gleichzeitig (1842) zuerst von Kreil in Prag und von Piddington ausgesprochen [368]). Während Piddington auf die Vortheile hinwies, welche die Schifffahrt aus der Benutzung des Telegraphen durch Sturmsignale ziehen könnte, zeigte Kreil mit Klarheit und Entschiedenheit die Verwerthbarkeit des elektrischen Telegraphen für Sturmwarnungen und gab bestimmte Vorschläge zur Organisation eines solchen Warnungssystems.

„Es sind besonders," sagt Kreil, „die sehr auffallenden und ungewöhnlichen Ereignisse, welche man vorauszuwissen wünscht, und gerade diese scheinen am leichtesten im vorhinein zu erkennen zu sein, weil grosse Wirkungen auch mächtige Ursachen, also auch einen von dem gewöhnlichen sehr abweichenden Gang der Witterung voraussetzen. Hiebei sollte man sich freilich nicht auf den eigentlichen Beobachtungsort beschränken; je ausgedehnter das Gebiet ist, dessen Verhältnisse man möglichst vollständig und gleichzeitig übersehen kann, desto grösser wird der Grad der Sicherheit sein, mit welchem kommende Aenderungen vorausgesagt werden. Eine möglichst schnelle Mittheilung der Witterungsverhältnisse in ausgedehnten, einen grossen Theil der Erde umfassenden Landstrichen ist daher die erste Bedingung, unter welcher es möglich ist, die künftigen Ereignisse unserer Atmosphäre vorauszusagen. Diese Mittheilung muss natürlich schneller sein, als die Fortpflanzung der Ereignisse selbst, und die bis jetzt gewöhnliche Art, Nachrichten weiter zu befördern, ist nicht hinreichend, selbst wenn es

bereits mit den in Thätigkeit befindlichen Telegraphen geschähe, da ihre Wirksamkeit für diesen Zweck zu langsam ist, und überdies durch die Nacht und schlechte Witterung unterbrochen wird. Es ist hierzu eine andere Art von Telegraphie, z. B. die elektromagnetische erforderlich, welche ohne erkenntlichen Zeitaufwand auch in die entferntesten Punkte wirkt und jenen Unterbrechungen nicht unterliegt. Erst wenn solche Mittel ins Leben getreten sein werden, wenn mit ihrer Hilfe der Meteorologe in Stand gesetzt ist, die in so grosser Ausdehnung eingetretenen Witterungsverhältnisse gleichzeitig zu überschauen, dann kann man von ihm verlangen, dass er die Witterung voraussage und er wird es mit desto grösserer Zuverlässigkeit thun, je genauer bis zu jener Zeit die allgemeinen, in unserer Atmosphäre herrschenden Gesetze bekannt sein werden und je sorgfältiger er die Wirksamkeit der an seinem Beobachtungsorte vorfindlichen örtlichen Umstände studirt hat.

Die Schnelligkeit, womit sich atmosphärische Ereignisse verbreiten, ist nicht so gross, dass sie nicht von jener weit übertroffen würde, womit auf diese Weise telegraphische Mittheilungen gemacht werden könnten. Ein Beispiel neuester Zeit liefert uns hierzu den Beleg. Stürme sind von allen diesen Erscheinungen jene, welche die grösste Schnelligkeit offenbaren. Wer erinnert sich nicht des heftigen Sturmes, der im Juli 1841 ganz Europa durchtobte, dabei so plötzlich eintrat, und so kurze Zeit anhielt, dass er recht eigentlich gemacht schien, uns über die Schnelligkeit zu belehren, mit welcher dergleichen Phänomene sich fortpflanzen. Nach übereinstimmenden Berichten aus dem südlichen Italien wüthete er dort in den Vormittagsstunden des 17. Juli. In Prag langte er am 18. um 5 Uhr 25 Minuten Abends an. Er hatte also wenigstens 30 Stunden gebraucht, um von jenen Gegenden bis in die Mitte Deutschlands vorzudringen. Wäre nun zwischen beiden Ländern die elektrische Telegraphenlinie bereits hergestellt und fände man es der Mühe werth, sich ihrer auch zur Mittheilung atmosphärischer Ereignisse zu bedienen, so hätten wir am Vormittage schon hiervon unterrichtet sein können.

Die Wichtigkeit solcher Mittheilungen sieht man freilich in Binnenländern nicht so klar ein, als unter seefahrenden Nationen, bei denen das Glück so vieler Familien und das Leben so manches braven Mannes von der Stunde abhängt, in welcher ein Schiff den Hafen verlässt, oder ihn erreicht. Wenn man aber weder Mühe noch Kosten spart, um sich so bald als möglich in die Kenntniss

eines politischen Ereignisses zu setzen, das sich in fernen Landen zugetragen hat, blos um durch Kauf und Verkauf an der Börse einige Tausende zu gewinnen oder zu retten, so sollte es auch wohl der Mühe werth scheinen, Arbeit und Kosten anzuwenden, um länderverheerende Naturerscheinungen vorauszusehen und sich dagegen vertheidigen und schützen zu können, insoferne überhaupt den schwachen Sterblichen gegen Elementar-Zufälle Vertheidigung und Schutz möglich ist."

Die Ausführung dieser Ideen war bei den damaligen Zuständen, namentlich aber bei der Unvollkommenheit der Telegraphie nicht möglich und auch ein späterer Antrag Kreil's im Anfange des Jahres 1857 hatte den gewünschten Erfolg nicht.

In Amerika dagegen, wo der elektrische Telegraph frühzeitig zur Einführung gekommen und wo die Witterungsverhältnisse durch die Arbeiten Espy's (Meteorological reports) in ihren Hauptzügen bekannt geworden waren, kamen die Ideen Redfield's (1846) und Loomis' (1847), welche auf Grundlage ihrer Kenntnisse der amerikanischen Stürme und ihrer Fortpflanzung mit Bestimmtheit aussprachen, dass die atlantischen Häfen der Union vor herannahenden Stürmen gewarnt werden könnten, zur Durchführung. In den Berichten der „Smithsonian Institution" in Washington, deren Secretär Henry sich sehr eifrig für diese Ideen interessirte, wird häufiger auf die Möglichkeit und Nothwendigkeit der Sturmwarnungen hingewiesen und die Schritte erwähnt, welche nach dieser Richtung hin unternommen wurden. So heisst es z. B. 1847, dass man durch die weitere Ausbreitung der Telegraphenlinien die nördlich und östlich gelegenen Staaten vor dem Hereinbrechen herannahender Stürme warnen könne, 1848 wird auf die Vortheile hingewiesen, welche man für Landwirthschaft und Handel aus diesen telegraphischen Warnungen ziehen könne, 1849 wird mitgetheilt, dass die Vorstände vieler Telegraphenlinien diese zur Beförderung meteorologischer Beobachtungen für gewisse Tageszeiten zur Verfügung gestellt hätten. In dem Report für 1858 heisst es: „Ein Gegenstand von vielem Interesse im Gebäude der ‚Smithsonian Institution' ist die tägliche Ausstellung einer grossen Karte, welche die Witterung über einen grossen Theil der Vereinigten Staaten darstellt. Die Berichte langen ungefähr um 10 Uhr Morgens an etc. . . Im Jahre 1858 sandten 32 Stationen ihre meteorologischen Beobachtungen auf telegraphischem Wege ein."

Indessen fanden diese Bestrebungen durch den Staat keine

materielle Unterstützung, sondern das ganze Unternehmen war lediglich auf Privatmittel, namentlich auf diejenigen der allerdings reich dotirten „Smithsonian Institution“ und auf den guten Willen der Telegraphengesellschaften angewiesen. So konnte die Wettertelegraphie sich doch nur sehr langsam entwickeln und mit dem Ausbruche des nordamerikanischen Bürgerkrieges (1861—1865) gerieth das ganze Unternehmen, welches bereits einen guten Erfolg gehabt hatte, vollständig ins Stocken. Allein schon am Ende des Jahres 1864 legte Prof. Baird der 5. amerikanischen Telegraphen-Association im Namen der Smiths. Institution ein neues ähnliches Projekt vor, welches unter Mitwirkung der Telegraphenämter 1865 durchgeführt werden sollte. Allein im Januar dieses Jahres, als die Vorbereitungen bereits im vollen Gange waren, wurde das Gebäude jenes Institutes durch Feuer zerstört und hierdurch hauptsächlich war die Verwirklichung des Unternehmens auf Jahre lang hinausgeschoben.

Im Jahre 1868 nahm der um die Meteorologie sehr verdiente Prof. Cleveland Abbé, Direktor der Sternwarte in Cincinnati, den Plan wieder auf und es gelang ihm, insbesondere durch die Unterstützungen der Handelskammer in Cincinnati, ein Weatherbulletin, meteorologische Berichte und Prognosen mit dem 1. September herauszugeben. Wenn auch die Unterstützungen der Handelskammer nach 3 Monaten wegfielen, so setzte Cleveland Abbé nicht allein das Unternehmen fort, sondern dehnte dasselbe weiter aus, indem er im Februar 1870 eine tägliche Wetterkarte der Vereinigten Staaten construirte, welche allgemeinen Beifall fand[369].

Die Leistungen dieses Systems, trotz der bescheidenen Mittel, gaben im November 1869 auf der Versammlung der Handelskammern in Richmond den Anstoss zu einer staatlichen Organisation der Wettertelegraphie. Ein Vorschlag des Prof. J. A. Lapham aus Milwaukee wurde am 14. December 1869 dem Congresse vorgelegt, von diesem genehmigt, die Durchführung dem Kriegsministerium übertragen und das ganze Unternehmen mit so reichlichen Mitteln ausgestattet, dass hierin alle meteorologischen Institute auf dem europäischen Continente bei weitem zurückblieben. Das Bulletin von Cincinnati hörte am Ende des Jahres 1870 auf und Cleveland Abbé wurde nunmehr als wissenschaftlicher Assistent des „Signal Service“ unter Leitung des Brigade-Generals Albert Myer nach Washington berufen, welchem sich noch Prof. Lapham und Prof. Thomson B. Maury als Fachgelehrte und Assistenten zugesellten.

Ueber die Organisation dieses Systems, welches durch eine, auf grossen Mitteln und einer Reihe von ausserordentlichen, tief einschneidenden Massregeln beruhende, bedeutende Leistungsfähigkeit sich auszeichnet, geben die sehr ausführlichen Jahresberichte werthvolle Aufschlüsse, von denen wir hier die wichtigeren kurz wiedergeben wollen [370].

Eine hervorstechende Eigenthümlichkeit des ganzen Systems ist die Einrichtung, dass der Wetterdienst von einer besonderen Armeeabtheilung (Militär-Telegraphen-Abtheilung) verwaltet wird, so dass derselbe ausserordentlich stramm und einheitlich organisirt werden konnte*). Seit dem Jahre 1874 gesellten sich diesen regelmässigen Beobachtern noch freiwillige aus dem Civilstande bei, deren Zahl im Jahre 1883 auf 224 angewachsen war. Die ersteren sind in der Regel Sergeanten, welche auf Fort Wipple (nachher Fort Myer) in Virginien in ihren Obliegenheiten unterwiesen wurden und in einem besonderen Examen gründliche Kenntnisse in der Meteorologie, der Einrichtung und Handhabung der meteorologischen Instrumente und dem Signaldienst nachgewiesen hatten. Diese Beobachter erhalten jährlich mit Zulagen ca. 3500 M. (1871), wogegen die Gehilfen d. h. Gemeine, welche keine Prüfung abgelegt haben, etwa die Hälfte bekommen.

Für diese gute Besoldung wird von den Beobachtern die strengste Pflichterfüllung gefordert und gegen solche, welche sich irgend eine Nachlässigkeit oder irgend ein Vergehen zu Schulden kommen lassen, unnachsichtlich mit Entlassung vorgegangen.

Am 1. November 1870 um 7 Uhr 35 Min. Morgens Washingtoner Zeit nahmen die ersten isochronen meteorologischen Berichte des „Signal Service“ ihren Anfang und am 8. November erfolgte die erste Sturmwarnung an die Seen, welche in den Bulletins veröffentlicht wurde. Rasch gewann das System eine bedeutende Ausdehnung: im Januar 1871 wurden die atlantischen Stationen, dann die an der Telegraphenlinie Chicago-San Francisco liegenden, im Sommer die Stationen des Mexikanischen Golfs und im Ohio- und Mississippithale dem wettertelegraphischen Netze einverleibt.

Nach den Wetter-Bulletins erschienen bald die synoptischen Karten, welche überall grossen Beifall und grosse Verbreitung fanden. Diese Wetterkarten wurden den verschiedenen Städten und Orten

*) Gegenwärtig geht man mit dem Plane um, die militärische Organisation in eine civile zu verwandeln.

nicht durch die Post zugeschickt, sondern auf Grundlage der einlaufenden telegraphischen Berichte entworfen und sofort zur öffentlichen Kenntniss gebracht. Vom 19. Februar 1871 an wurden allgemeine Uebersichten der Witterung und ausserdem Prognosen (probabilities) veröffentlicht. Am Schlusse dieses Jahres erhielten 20 Häfen der atlantischen Küste, des mexikanischen Golfs und der nördlichen Seen Sturmwarnungen.

Im Juni 1872 wurde das „Signal Service" durch den Congress beauftragt, die bisherigen Bestrebungen auch auf die Interessen der Landwirthschaft auszudehnen. Die landwirthschaftlichen Gesellschaften wandten sich diesem Unternehmen mit lebhaftem Interesse zu: 89 solcher Gesellschaften, 38 Handelsämter und Handelskammern, zahlreiche wissenschaftliche Vereine, Collegien und die hervorragendsten Gelehrten setzten sich mit dem „Signal Service" in Verbindung.

Im März 1873 autorisirte der Congress das „Signal Service", Stationen an den Leuchtthürmen und Rettungsstationen, an den Seen und an der Meeresküste zu errichten, und liess diese durch Telegraphenlinien und Kabel verbinden. Am Anfange dieses Jahres erschien auch zuerst die „Monthly Weather Review", in welcher eine monatliche Uebersicht über die Beobachtungs- und Untersuchungsresultate mit beigegebener kartographischer Darstellung, sowie über die Erfolge der Wetterprognosen und der Sturmwarnungen veröffentlicht wurden. Diese periodische Veröffentlichung erscheint noch jetzt und hat unter dem neuen Regime, dem Brig. and Bvt. Maj. Gen. W. B. Hazen wesentliche Erweiterungen und einschneidende Veränderungen erfahren, die wir mit Freuden begrüsst haben.

Eine andere Eigenthümlichkeit ist die Anwendung der Simultanzeit bei den Beobachtungen. Während auf dem europäischen Continente allenthalben nach Ortszeit, bedauerlicher Weise auch in verschiedenen Terminen beobachtet wird, beziehen sich in Amerika alle Beobachtungen auf $7^h\ 35^m$ a. m., $4^h\ 35^m$ p. m. und $11^h\ 35^m$ p. m., in neuerer Zeit auf die äquidistanten Zeiten 7^h a. m., 3 und 11^h p. m., wodurch also die gleichzeitigen Witterungszustände, so zu sagen, zu einem photographischen Bilde vereinigt werden, andererseits aber die tägliche Periode aller meteorologischen Elemente eliminirt wird. Jedenfalls wurde die Simultanzeit nicht ohne Rücksicht auf die ostwärts vorgeschobene Lage Washingtons gewählt, indem durch Einführung der Ortszeit die Zeitdifferenz zwischen

den westlichen und östlichen Stationen sehr störend wirken würde, so dass die Wettertelegramme von den letzteren denen der ersteren gegenüber veralten würden. Für den Wetterdienst („Indications“ und „Cautionary Signals“) laufen zu den eben genannten Terminen 3 Serien von Wettertelegrammen aus allen Gebietstheilen der Vereinigten Staaten und Canada ein und zwar (1883) von 157 Stationen (ausserdem noch andere durch die Briefspost), während die Gesammtzahl aller Bericht erstattenden Stationen sich auf 495 beläuft. Als Höhenstationen sind zu erwähnen der Mount Washington (c. 2168^m) und der Pikes Peak (c. 4882^m). Die chiffrirten Depeschen enthalten in je 5—10 Worten die bereits oben angegebenen meteorologischen Elemente und in den beigefügten Bemerkungen aussergewöhnliche Witterungserscheinungen. Die Depeschen werden sofort entziffert und die Beobachtungsdaten in die Tabellen und Wetterkarten eingetragen und hiernach die Wetterprognosen und Sturmwarnungen aufgestellt, die nun ohne Verzug veröffentlicht werden.

Eine andere eigenthümliche, aber eine ausserordentlich wichtige und in die ganze Organisation einschneidende Einrichtung ist das System der Wettertelegraphie, ein System, dessen Durchführung nur in den Vereinigten Staaten von Nordamerika möglich war, wo eine einzige Regierung alle Einrichtungen nach einheitlichen Grundsätzen ordnen konnte, ohne der Mithilfe anderer Staaten zu bedürfen.

„Obwohl die zahlreichen Telegraphenlinien der Vereinigten Staaten von Nordamerika grösstentheils Privatgesellschaften gehören, ist dort die Wettertelegraphie durch einschneidende Regierungsverordnungen mit bei weitem ausgiebigeren Garantien umstellt, als in irgend einem anderen Lande. Nach einem festen vom Chief Signal Officer aufgestellten Plane müssen die Telegramme zu bis auf die Minute festgestellten Zeiten ihre bestimmten Umläufe (circuits) zurücklegen. In drei Terminen am Tage und zwar jedesmal 20—35 Minuten nach der Beobachtung cursiren auf ein- für allemal festgestellten Wegen und in fester Reihenfolge die meteorologischen Telegramme nach allen Richtungen durch die Vereinigten Staaten; denn es wird alsdann nicht allein das Centralbureau in Washington versorgt, sondern alle grösseren Städte des Landes, wo Stationen des Signal Service sich finden, erhalten eine mehr oder weniger grosse Anzahl von Witterungstelegrammen, welche von den Beobachtern dieser Stationen, die nach Abgabe des eignen Berichtes auf dem Telegraphenamte zu verweilen und den Ein-

lauf der auswärtigen Berichte zu überwachen haben, wenn möglich auf dem Telegraphenamte selbst, in eine Tabelle und eine Karte eingetragen, auf der letzteren zur Zeichnung von Isobaren verwendet und dann in beiden Formen am Stationslokale und an passenden Orten in der Stadt in mehreren Exemplaren ausgestellt werden. So erhält z. B. New-York die Telegramme sämmtlicher Stationen und zwar etwa zur Hälfte über Washington, zur Hälfte aus verschiedenen anderen Richtungen, und übergiebt den letzteren Theil per Draht weiter nach Washington, jedoch über Philadelphia und Baltimore, so dass auch diesen Städten die Gesammtheit der Witterungstelegramme zugänglich gemacht wird.

Zum Zwecke dieser allgemeinen simultanen Vertheilung der Witterungsdepeschen sind in dem Telegraphennetze der Vereinigten Staaten sogenannte „Circuits“ gebildet und, wie gesagt, ein genauer Plan der Bewegung der Telegramme auf denselben im voraus ausgearbeitet. Trotz der Abschriftnahme von den Telegrammen an so vielen Orten scheinen nur wenige Umtelegraphirungen derselben stattzufinden, da die ganze Beförderung ausserordentlich rasch vor sich geht. Die Abschriftnahme scheint demnach einfach auf dem Mitschreibenlassen der eingeschalteten Apparate der Zwischenstationen zu beruhen, welches, wenn der Telegraph mit Ruhestrom arbeitet, wie dieses auch auf vielen Stationen Deutschlands (insbesondere an den Eisenbahnstationen) der Fall ist, nur einer Auslösung des Papierstreifens zur Aufnahme der Depesche bedarf, da ohnedies die Apparate der Zwischenstationen in diesem Falle mitsprechen.

Ueber die Zeit, welche die Bewegung der Gesammtmasse der Telegramme an jeder Station in Anspruch nimmt, fehlen mir zwar die Angaben, dass sie indessen sehr kurz sein muss, ersieht man daraus, dass nach dem Berichte der Signal Officer (Report for 1875 p. 108) durchschnittlich schon 1 Stunde und 16 Minuten nach der Beobachtung sämmtliche Telegramme in Washington aufgenommen und registrirt sind, so dass schon 1 Stunde und 40 Minuten, nachdem die Ablesungen von den Beobachtern gemacht sind, bereits die ersten Berichte vom Signal Office ausgegeben werden können. Auf die Abtelegraphirung und Aufnahme sämmtlicher Depeschen kommen durchschnittlich noch keine 50 Minuten. Uebrigens muss der Beobachter schon 10 Minuten vor der für den Abgang festgesetzten Zeit mit der fertig geschriebenen Depesche auf dem Telegraphenamte erscheinen und die Beamten von der bevorstehen-

den Absendung eines Staatstelegrammes avertiren, so dass ihm durchschnittlich nur 1/4 Stunde zur Redaction der Beobachtung und zum Gange auf das Telegraphenamt bleibt."

Das System der Circuits umfasst (Report for 1881/82 p. 32) die Telegraphenlinien der sechs grossen Telegraphen-Gesellschaften der Vereinigten Staaten, sowie eine Anzahl kleinerer Linien, welche durch die Western Union Company controllirt werden. In demselben Sinne wirken die militärischen Telegraphenlinien und der Seeküstentelegraph zur Beschleunigung der Wetterdepeschen. In dem Berichtsjahre endigend am 30. Juni 1882 wurden 652 952 chiffrirte Worte vom Office erhalten und 31 300 befördert, 15 980 andere telegraphische Berichte (ausgeschlossen die durch die Seeküstenlinie erhaltenen und versendeten) wurden erhalten und 8610 abgeschickt. Ebenso wurden in dieser Zeitepoche 2190 chiffrirte Worte an „special river reports" empfangen.

„Während so durch eine dem besonderen Zwecke ausgezeichnet angepasste Organisation die rascheste und ausgiebigste Versorgung der Hauptpunkte des Landes mit Witterungsnachrichten bei möglichst geringer Belastung der Telegraphenlinien erreicht ist, ist andererseits durch eine Vereinbarung des Signal Service mit der Post den Witterungsübersichten und Wetterprognosen, welche von dem Centralbureau in Washington ausgehen, eine viel ausgedehntere Verbreitung auch über das platte Land gesichert. Nachdem nämlich diese an eine Anzahl grösserer Orte, die als Vertheilungscentren dienen, telegraphisch von Washington übermittelt und in den letzteren mit möglichster Beschleunigung durch Druck vervielfältigt sind, werden sie per Post an alle Orte geschickt, welche der auf die letzte Beobachtung (11^h p. m.) bezügliche Bericht noch vor 2^h p. m. des folgenden Tages erreichen kann, und an allen diesen Orten auf den Postämtern selbst ausgestellt, welch' letztere als allgemeine Verkehrsinstitute die geeignetsten Orte zur Verbreitung der Nachrichten darbieten. Solcher ‚Farmers Bulletins', welche besonders für die Bedürfnisse der Ackerbau treibenden, oder doch mit dieser in direkter Beziehung stehenden Bevölkerung berechnet sind, werden täglich (1882) 8094 Stück ausgegeben."

Ausserdem werden „Railway Bulletins" mit Wetterprognosen an die Eisenbahnstationen der Vereinigten Staaten zur Benutzung des reisenden Publikums befördert: 50 Compagnien mit 2306 Stationen erhalten solche tägliche Wetterberichte. In neuester Zeit werden auf den Eisenbahnzügen selbst für einige Staaten (Ohio,

Tennessee, Alabama) Wettersignale gegeben und zwar durch je 2 von 6 Symbolen, Farbe: roth für Temperatur, blau für Regen: Form: Sonne für steigend resp. viel, Stern für stationär resp. stellenweise, Mond für sinkend resp. trocken. Im Interesse der Zuckerpflanzungen in Louisiana gehen direkte Frostwarnungen (36—48 Stunden voraus) nach New-Orleans ab, und werden von dort aus den verschiedenen Plantagen übermittelt; ebenso nach Galveston, Texas, dem Wollenexportplatze für Europa, sowie nach Jacksonville auf Florida im Interesse der Orange-Culturen. Dieses System soll demnächst erweitert werden und auch auf die Tabakscultur ausgedehnt werden. Ein anderes Warnungssystem bezieht sich auf die für die südwestlichen Gebietstheile und Texas so gefährlichen „Northers". Durch Telegraph und Eisenbahn werden ferner Wetterberichte (Temperatur und Regen) aus den Baumwollenpflanzungen veröffentlicht, um schon im voraus die Erträgnisse abschätzen zu können. Neben und in dem grossen Systeme sind in verschiedenen Staaten eigene locale „State Weather Services" organisirt, so in Alabama, Illinois, Indiana, Minnesota, Nebraska, New-England, Ohio, Tennessee.

120 Stationen erhalten (1882) Sturmwarnungssignale, welche in 3 Klassen zerfallen: 1) das Cautionary Signal, eine rothe Flagge mit schwarzem Viereck in der Mitte als Tagessignal, und eine rothe Laterne des Nachts; 2) das Cautionary offshore Signal (Winde aus N bis W wahrscheinlich), eine weisse Flagge mit schwarzem Viereck über rother Flagge mit schwarzem Viereck als Tagessignal, und ein weisses Licht über rothem als Nachtsignal; 3) Cautionary Nordwest Signal, wie vorhin, für einige Häfen der Seenregion. Im Jahre endigend Juni 1882 wurden 2051 Signale gegeben, von welchen 83% durch die nachfolgenden Thatbestände gerechtfertigt wurden.

Um sich annähernd eine Vorstellung von dieser grossartigen Organisation machen zu können, geben wir im Folgenden die jährlichen Ausgaben des Signal Office nach dem Report of the chief signal officer for 1881/82 wieder.

Gage für Officiere	55 417,00 Doll.
Für 500 andere Militärpersonen Gage, Kleidung, Unterhaltung, Feuerung, Wohnung, Medicamente, ärztl. Behandlung	441 147,03 „
	496 564,03 Doll.

	Uebertrag	496 564,03 Doll.
Für Civilbeamte im Hauptamte: Professoren, Rechner, Gehilfen, Zeichner, Boten, Portiers, Wächter und Arbeiter	40 000,00	„
Für anderweitige Gehälter	10 660,00	„
Für Transport der Instrumente zum Beobachten, Telegraphenmaterial und Inspectionswesen .	63 511,81	„
Reparaturen auf Fort Myer	3 000,00	„
Miethzins für das Office in Washington . . .	6 379,00	„
Für Construction, Unterhaltung und Reparatur von Militär-Telegraphenlinien an der Grenze	50 000,00	„
Für Instrumente	9 000,00	„
Telegraphengebühren (reducirte Taxe) . . .	168 000,00	„
Für Signalisten	6 500,00	„
Für Sturmsignale (Flaggen und Laternen) . .	4 000,00	„
Unvorhergesehene Ausgaben für Sturmwarnungsstationen	500,00	„
Für Rettungsstationen (Reparaturen)	4 000,00	„
„ „ (Material zu Verbindungslinien)	9 000,00	„
„ „ (unvorhergesehene Ausg.)	1 000,00	„
„ Unterhaltung von 140 meteorolog. Stationen (Miethe 30,000, Feuerung 6000, Licht 4000, Ergänzungen, Reparaturen etc. 5000, zufällige Ausgaben 1500)	46 500,00	„
„ Beobachter an Flüssen	3 000,00	„
„ zufällige Ausgaben für Flussstationen . .	1 000,00	„
„ Wetterkarten und Bulletins	24 000,00	„
„ Meteorol. Veröffentlichungen	1 000,00	„
„ Schreibmaterialien	5 000,00	„
„ Stationen der Baumwollenzone	10 500,00	„
„ Beobachter und Instrumente für Ueberschwemmung- und Frostwarnungen	11 000,00	„
Unvorhergesehene Ausgaben	4 000,00	„
Für Militärsignale	10 500,00	„
(Für Polarforschung	33 000,00	„)
Total	1 021 614,84	Doll.

„So riesig nach europäischen Begriffen die Kosten des Signal Service sind, unterliegt es doch keinem Zweifel, dass durch die soeben

geschilderten speciellen Anpassungen im Telegraphen-, Post- und Eisenbahnwesen an die Zwecke der Wettertelegraphie das Verhältniss zwischen der Belastung des Telegraphen mit meteorologischen Depeschen und der Ausnutzung dieser Depeschen in Amerika ein bedeutend günstigeres ist als in Europa. Dieselbe Anzahl von Telegrammen und durchlaufenen Meilen Drahtes, welche in Europa nach 3 bis 6 Stunden an einigen wenigen Punkten — in jedem Staate meist nur einem Centralpunkte — einen Ueberblick über die Witterung gestattet, die erst nach meist weiteren 3 bis 20 Stunden durch Anschlag in einer Anzahl von Hafenorten oder durch Zeitungen zur öffentlichen Benutzung gelangt, bringt in Amerika durch das bewunderungswürdige Circuit-System nach wenig mehr als einer Stunde das Publikum und die Zeitungsredactionen fast aller grösseren Städte in den Besitz eines bedeutenden Vorraths von Daten, und nach Verlauf einiger weiteren Stunden durch die Mitwirkung der Postämter auch die kleineren Ortschaften auf dem Lande in den Besitz der Resultate, die das Centralbureau in Bezug auf den Zustand und die bevorstehenden Aenderungen der Witterung aus jenen Daten abgeleitet hat."

In der That glauben wir, dass manche von den Vortheilen, welchen die Wettertelegraphie der menschlichen Gesellschaft in Amerika bietet, auch in Europa, mit bedeutend geringeren Mitteln sogar, erreicht werden könnten, obwohl die natürliche Lage der Vereinigten Staaten einige Begünstigungen bringt, die für Europa überhaupt unerreichbar sind. Allein diese zweckmässige Reform der Wettertelegraphie in Europa wird erst dann möglich sein, wenn die Post- und Telegraphenverwaltungen aller grossen Staaten Europas wie jene Nordamerikas ebenfalls dazu gebracht werden können, den Zwecken der Wettertelegraphie durch entsprechende Einrichtungen in ihren eigenen Ressorts, welche von den Einrichtungen des gewöhnlichen Verkehrs abweichen, Rechnung zu tragen. Die Behandlung der Wettertelegramme auf gleichem Fusse mit den übrigen Depeschen ist wegen der Verschiedenheit ihrer Natur und ihres Zweckes wohl nicht möglich.

Bevor wir uns nach Europa wenden, besprechen wir zunächst, ohne Rücksicht auf die chronologische Ordnung und anschliessend an das wettertelegraphische System der Vereinigten Staaten, dasjenige in Canada mit der Centralstelle in Toronto. Nachdem 1869 und 1870 in verschiedenen Theilen des Landes freiwillige Beobachtungen gemacht worden waren, wurden 1871 vom Staate

20 000 M. bewilligt, welche Mittel von Jahr zu Jahr erhöht wurden (1872: 31 480 M., 1873: 40 000 M., 1873—74: 148 000 M., 1882 bis 1883 160 000 M.). Im Jahre 1872 wurden von einigen Stationen täglich 3mal (Beobachtungen von 6^h 50^m a. m., 2^h 50^m und 10^h 50^m p. m. Tor. Ortszeit) Wetterdepeschen nach Toronto befördert, welche mit denjenigen von Toronto telegraphisch nach Washington weiter gegeben wurden, wofür die Berichte von 15 Stationen der Vereinigten Staaten nach Toronto gingen. Das Signal Service in Washington übernahm Sturmwarnungen nach den Landseen und der Seeküste Canadas zu geben. Im Jahre 1874 wurden 35 Stationen mit Masten und Trommeln zum Hissen von Sturmwarnungssignalen versehen. Tägliche synoptische Karten wurden zuerst im Jahre 1876 während des Sommers bis zu Ende der Schifffahrt publicirt und im Bureau des Marine Exchange Board zu Toronto angeschlagen, welchen im folgenden Jahre (1877) die Herausgabe der „Monthly Weather Review“ folgte. Nachdem Anfangs September 1876 mit dem Signal Service in Washington eine ausgiebigere dreimal tägliche Berichterstattung aus den Vereinigten Staaten vereinbart war, wurden, unabhängig von Washington, Sturmwarnungen von Toronto ausgegeben und Wetterprognosen täglich in den Toronter Zeitungen, und am Jahresschlusse auch an die Telegraphengesellschaften gegeben, welche jene in den verschiedenen Zeitungen in Ontario und Montreal übermittelten. 1877 erhielten 95 Stationen in verschiedenen Theilen der Dominion Prognosentelegramme, 1880 wurden die Prognosen an 300 Telegraphenbureaus angeschlagen. Bemerkenswerth ist, dass in dem letzteren Jahre Prognosen auf 2 oder 3 Tage voraus, zum Nutzen der Landleute ausgegeben wurden. Im Jahre 1882 wurden die um Mitternacht ausgegebenen Prognosen an ungefähr 1800 Telegraphenämtern angeschlagen. Die Sturmwarnungen enthielten ursprünglich keine Angabe der voraussichtlichen Windrichtung und Stärke, erst später (1882) wurden diese Angaben gemacht, zunächst für die Landseen, nachher auch für die Seeküste, eine Massregel, wodurch das Interesse des Publikums an den Leistungen des Institutes sehr gehoben und wodurch eine grosse Anzahl freiwilliger Beobachter gewonnen wurde.

Signalstellen befinden sich 24 an den Landseen, 11 am St. Lorenzstrom und an dem Golf, 12 an der Küste des Atlantischen Oceans. Die Sturmwarnungen werden, neben öffentlich angeschlagenen eingehenden Nachrichten über die zu erwartenden Aenderungen in Wind und Wetter, signalisirt mittelst Trommel und Kegel, wobei

der aufrechte Kegel Sturm zuerst aus westlicher, der umgekehrte Kegel Sturm zuerst aus östlicher Richtung angiebt (Windgeschwindigkeit = 13—18^m p. Sec.) und die Trommel eine Verschärfung des Signales ausspricht (Windgeschwindigkeit über 18^m p. Sec.). Diese Signale werden des Nachts durch Laternen ersetzt, im ersteren Falle durch 2 weisse horizontal hängende, im letzteren Falle durch 2 weisse perpendiculär hängende Laternen. Dabei wird den Seeleuten eingeschärft, zu bedenken, dass die Sturmsignale blos zur Warnung dienen und nicht nothwendigerweise bedeuten, dass ein Sturm an dem Orte eintreten muss, wo das Signal gehisst wird, sondern dass derselbe entweder dort am Platze, oder in einer solchen Entfernung davon, dass Schiffe, die den Hafen verlassen, zu gewärtigen haben, von ihm betroffen zu werden, wahrscheinlich eintritt[371]).

In Europa gab die Erscheinung und eingehende Untersuchung eines heftigen und weit verbreiteten Sturmes eine sehr gewichtige Veranlassung zu dem Bestreben, aus dem Studium der gleichzeitigen Witterungserscheinungen Nutzen für die Schifffahrt zu ziehen. Es war der Sturm vom 14. November 1854, welcher die alliirten Flotten auf dem Schwarzen Meere arg bedrängte, den Verlust des französischen Linienschiffes Henri IV. herbeiführte und das Lager von Balaklawa zerstörte. Dieser Sturm war zuvor in Westeuropa aufgetreten und hatte sich dann weiter ostwärts durch ganz Europa fortgepflanzt. Diese bemerkenswerthe Erscheinung veranlasste den Kriegsminister Vaillant, den Director der Pariser Sternwarte Leverrier aufzufordern, die Entstehungsursache dieses merkwürdigen Phänomens zu untersuchen. Dementsprechend schickte Leverrier ein Circular an die Astronomen und Meteorologen aller Länder mit der Bitte, ihm alle Beobachtungen mitzutheilen, welche sie in der Zeit vom 12. bis 16. November 1854 über den Zustand der Atmosphäre gemacht hatten. Die Bearbeitung und Discussion des so erhaltenen umfangreichen Materials (250 Zuschriften) ergaben, dass jener Sturm Europa von Nordwesten nach Südosten durchschritten hatte, und dass bei einer telegraphischen Verbindung von Wien mit der Krim, die durch den Sturm heimgesuchte Flotte und Armee noch rechtzeitig von der hereinbrechenden Gefahr hätten unterrichtet werden können, so dass es möglich gewesen wäre, noch Vorsichtsmassregeln zu ergreifen.

Am 19. März 1855 legte Leverrier die Resultate dieser Untersuchungen der Akademie der Wissenschaften vor und wies mit überzeugender Klarheit und aller Entschiedenheit auf die Vor-

theile hin, welche die Landwirthschaft, insbesondere aber die Schifffahrt aus den telegraphischen Witterungsberichten ziehen könnte.

Beiläufig erwähne ich hier ein an die Akademie der Wissenschaften gerichtetes Schreiben von Alexander v. Humboldt, in welchem derselbe den Nutzen erwähnt, welcher aus den telegraphisch berichteten gleichzeitigen Beobachtungeu gezogen werden könne[372]).

Vom Jahre 1856 an beförderten 13 in verschiedenen Gegenden Frankreichs gelegenen Stationen tägliche Wettertelegramme an das Pariser Observatorium, 11 andere schickten ihre Beobachtungen durch die Post; Ende 1857 wurden die telegraphischen Nachrichten von 14 inländischen und 15 ausländischen Stationen in dem Bulletin international veröffentlicht, eine Publikation, welche mit dem 1. Januar 1858 regelmässig täglich erschien und jetzt auch durch Käuflichkeit dem grossen Publikum zugänglich gemacht wurde. In diesem und den folgenden Jahren erhielt das wettertelegraphische Material einen stetigen Zuwachs und dehnte sich rasch über alle Länder Europas aus.

Die Hafentelegramme begannen am 1. April 1860 und zwar enthielten dieselben (2mal täglich) zunächst nur Nachrichten von französischen Stationen. Aus den Correspondenzen, welche nun zur Ausdehnung des Systemes, besonders nach Grossbritannien hin, nöthig wurden, heben wir nur eine Aeusserung Leverrier's aus einem Briefe an Airy, den Direktor des Greenwicher Observatoriums, hervor, welche über die Ziele, welche sich Leverrier gesteckt hatte, und die Mittel diese zu erreichen, Auskunft giebt:

„Signaliser un ouragan dès qu'il apparaîtra en un point de l'Europe, le suivre dans sa marche au moyen du télégraphe, et informer en temps utile les côtes qu'il pourra visiter, tel devra être en effet le dernier résultat de l'organisation, que nous poursuivons. Pour atteindre ce but, il sera nécessaire d'employer toutes les ressources du réseau européen, et de faire converger les informations vers un centre principal, d'où l'on puisse avertir les points menacés par la progression de la tempête.

Cette dernière partie de l'entreprise est aussi de beaucoup la plus délicate. Il faut éviter d'en compromettre le succès en voulant la produire avant le temps où son utilité, universellement sentie, en ferra partout réclamer l'organisation. L'expérience du service maritime régulier donnera d'utiles enseignements à cet égard. Nous comptons d'ailleurs qu'à l'exemple du Directeur de l'Observatoire météorologique de Saint-Pétersbourg, M. Kupffer, nos

correspondants voudront bien nous éclairer par leurs avis sur ces difficiles questions."

Im August 1863 wurden zuerst telegraphische Witterungsaussichten für den folgenden Tag an die Häfen gegeben, welche sich insbesondere auf die Windverhältnisse und den Verlauf der Isobaren über Europa stützten.

Die Vorschriften in Bezug auf diese telegraphischen Witterungsdepeschen waren folgende[373]:

I. Depeschen für französische Häfen.

Die an französische Häfen gerichteten Depeschen enthalten eine Uebersicht des allgemeinen atmosphärischen Zustandes, insoweit die Küsten von Frankreich dabei interessirt sind. Wenn schlechte Witterung (Sturm) zu fürchten ist, werden die bedrohten Häfen davon benachrichtigt. Diese Depeschen können abgesendet werden, sobald die Lage eine zweifelhafte wird. Die Ankündigung des Sturmes selbst wird in diesen Fällen durch mehrere aufeinander folgende Depeschen vorbereitet.

Die Anzahl der französischen Häfen, welche solche meteorologische Depeschen empfangen, beläuft sich auf 73, in Uebereinstimmung mit dem mit der Telegraphen-Verwaltung vereinbarten Verzeichnisse.

Wenn verschiedene Depeschen abzusenden sind, so erstreckt sich nach derselben Uebereinkunft die 1. von Dünkirchen bis Granville, die 2. von St. Malo bis Quimperlé, die 3. von St. Nazaire bis Bayonne, die 4. von Port-Vendres bis Mentone, die 5. betrifft Corsica.

Wenn die Lage zweifelhaft ist, kann eine ergänzende Depesche am Abend abgesendet werden. Es ist zweckmässig, dieselbe in der vorhergehenden Tages-Depesche anzukündigen.

II. Depesche nach Bar le Duc für die Ingenieure der hydraulischen Abtheilung für die Maas.

Diese Depesche enthält eine Uebersicht des Zustandes der Atmosphäre an dem betreffenden Tage und eine Angabe der Vertheilung des Luftdruckes.

III. Depeschen für das Ausland.

Diese Depeschen enthalten zwei Abtheilungen: 1) die Angabe der Vertheilung des Luftdruckes. Die erste Ziffer 7 (700^{mm}) bleibt weg. Man telegraphirt 65 statt 765^{mm}. Die numerische Angabe des Luftdrucks geht den Namen der Orte vorher, auf welche derselbe sich bezieht. So bedeutet "65 Galway, London,

Berlin, Moskau" die Reihe der Orte, wo der Luftdruck 765^{mm} beträgt. Man beginnt mit dem tiefsten Luftdrucke;

2) eine Angabe jener atmosphärischen Verhältnisse, welche insbesondere die Gegend interessiren, nach welcher die Depesche gerichtet ist, wird gesendet a) nach Florenz, b) nach Rom, c) nach Bern, d) nach Lissabon.

Dieselbe Angabe, mit welcher noch für die Fälle wahrscheinlich eintretender schlechter Witterung eine ähnliche Warnung wie jene, die an die französischen Häfen gerichtet werden, verbunden ist, wird ebenso an die nachfolgenden Stationen telegraphirt:

Wien, für die Küsten des Adriatischen Meeres von Venedig bis Lesina;

Brüssel, Utrecht, } für die Küsten der Nordsee von Dünkirchen bis Hamburg;

Petersburg, für die östliche Küste der Ostsee und für die russischen Küsten des schwarzen Meeres;

Stockholm, für die schwedischen Küsten;

Christiania, für die norwegischen Küsten;

Madrid, für die spanischen Küsten.

Viel später, erst im Jahre 1876, wurden kurze Wetterberichte mit Prognosen im Interesse der Landwirthschaft telegraphisch versandt, zunächst nur an die 3 Departements: Puy de Dôme, Allier und Vienne. Als aber die gebührenfreie Uebermittlung dieser Telegramme im Jahre 1878 auf ganz Frankreich ausgedehnt war, breitete sich rasch dieses System aus, so dass bereits Ende Mai jenes Jahres 1560 Stationen diese Depeschen erhielten. „Die tägliche Beförderung dieser Berichte ist, wie man sieht, eine in Summa sehr bedeutende Leistung, welche die Telegraphie freiwillig unentgeltlich übernommen. Seit 1879 wurde eine stark gegen den Privatverkehr reducirte Taxe für diese Depeschen eingeführt und hierauf Abonnements für das Jahr und die Sommermonate eröffnet. Für diese „Service agricole" ist Frankreich in 5 Regionen eingetheilt; ein Beispiel möge die Einrichtung erläutern. Am 24. Januar 1879 lauteten die Telegramme für die Region des Nordens und Westens: „Le baromètre est sans changement depuis hier en France. Le vent des régions E persiste. Pressions s'égalisent. Temps encore à la neige." Für die Region des Nordwestens dasselbe. Für die Region des Centrums: „Baromètre bas vers Biarritz. Temps reste à la pluie." Für den Südwesten dasselbe. Für die Region des Südostens: „Les faibles pressions, venues de l'Océan, atteignent

Méditerrannée occidentale. Pluie va persister sur France méridionale." Die Berichte enthalten trotz ihrer Kürze eine Reihe von Worten die entbehrlich sind und es liesse sich diese Wortzahl zu mehr Mittheilungen mit Vortheil ausnutzen. Als Bedingung für den Bezug dieser Berichte gilt unseres Wissens nur, dass die betreffende Gemeinde für eine Person sorgt, welche die Telegramme täglich empfängt und ausstellt und dass dieselbe einige meteorologische Instrumente (Aneroid etc.) beschafft und öffentlich aushängt. Unabhängig von diesen allgemeinen Telegrammen gehen (soweit mir bekannt) den meteorologischen Commissionen derjenigen Departements, wo sich Fachmänner zur täglichen Beschäftigung mit dem Gegenstand bereit finden, Telegramme von Paris mit Angaben über den Verlauf der Isobaren, welche die Empfänger in die Lage versetzen sollen, die Prognosen selbständig zu erweitern und zu modificiren."

Das Leverrier'sche System, welches sich über den grösseren Theil des continentalen Europa ausdehnte, unterscheidet sich in wesentlichen Punkten von dem amerikanischen, indem die Beobachtungen sich nicht auf Simultanzeit, sondern auf Ortszeit, die in allen Ländern nicht dieselbe ist, beziehen, die Betheiligung der wettertelegraphischen Beobachter eine freiwillige ist, die Telegramme, welche als Dienstelegramme behandelt werden, grösstentheils nur einmal am Tage und zwar am Vormittage, öfters mit erheblichen Verspätungen ankommen und insbesondere den Zwecken des Sturmwarnungswesens dienen.

In den Niederlanden wurden mit dem 1. Juni 1860 von Buys Ballot die Sturmwarnungen eingeführt, und so eine Idee, welche jener auf der Naturforscherversammlung in Bonn 1858 in bestimmtester Weise ausgesprochen hatte, zur Durchführung gebracht. Buys Ballot gebührt die Priorität, auf Grundlage einer Regierungsverordnung regelmässige Veröffentlichungen telegraphischer Witterungsberichte zum Besten der Schifffahrt veranlasst und sein System wissenschaftlich begründet zu haben[374]).

Das von Buys Ballot gegründete System weicht von den übrigen insoferne ab, als die Unterschiede der Abweichungen der Barometerstände auf beschränktem Gebiete den Warnungen zu Grunde gelegt wurden, und zwar wurden hierzu hauptsächlich die Beobachtungen zu Groningen, Helder, Vlissingen und Mastricht benutzt. Diese barometrischen Unterschiede wurden jeden Tag zunächst nach Vlissingen, Utrecht, Amsterdam, Helder und Groningen

mitgetheilt, während andere Häfen nur bei besonderen Gelegenheiten, d. h. an ungünstigen Tagen, an welchen der ungünstige (negative) Untersehied, wo die Abweichungen im Norden kleiner oder weniger positiv sind, als im Süden, 4 oder mehr Millimeter betrug, Warnungen erhielten. An diesen Orten wurden dann Kegel und Trommel gehisst, übereinstimmend mit dem inzwischen eingerichteten englischen Systeme. Als jedoch später (seit dem 6. December 1866) diese Signale in England nicht mehr gegeben wurden, wurden dieselben auch in Holland abgeschafft und statt deren ein anderer einfacher Apparat, das Aëroklinoskop, für die Häfen eingeführt, ein Signalmast mit einer Stange in der Mitte befestigt, welche sowohl vertikal als horizontal drehbar ist, und welche Richtung und Grösse des Barometerunterschiedes (Richtung und Grösse des Gradienten) angiebt. Ursprünglich bezogen sich die Angaben des Aëroklinoskopes auf das Zeitintervall von 24 Stunden, bald darauf wurde auch der Zustand am Abend telegraphisch mitgetheilt, ja Buys Ballot schlug als radicales Mittel vor, dass die Barometerstände der 4 Stationen mittelst einer eigenen Telegraphenleitung auf ein Papier oder eine Tafel in jedem der bedeutenden Orte, zum mindesten aber in Utrecht aufzeichneten: „Es kann dies geschehen, es sollte geschehen und endlich es wird geschehen“ [375]).

Neben den inländischen Beobachtungen erhielt das Institut noch einige Morgenbeobachtungen (des Barometers) von den britischen Inseln, sowie von Brest, Havre und Paris, zuweilen auch von südlicher gelegenen Orten; der Verkehr mit dem Auslande wurde nach und nach vergrössert, so dass im Jahre 1882 von 26 ausländischen Stationen Morgenberichte, ausserdem noch dreimal tägliche Berichte von den 4 an den äussersten Grenzen des Königreichs gelegenen Stationen einliefen. Eine „Filialabtheilung des meteorologischen Institutes“ befindet sich seit September 1881 in Amsterdam.

In England hatte schon im Jahre 1848 in der British Association for the Advancement of sciences J. Bell auf die Wichtigkeit der telegraphischen Wetterberichte für das Seewesen aufmerksam gemacht. Im Jahre 1855 schuf die britische Regierung das meteorologische Bureau des Board of Trade und ernannte Admiral (damals Captain) Fitzroy zum Chef der meteorologischen Abtheilung in Verbindung mit der Marineabtheilung. Fitzroy begann die Arbeiten nach einem sehr umfassenden Maassstabe und arbeitete rastlos auf dem Gebiete der maritimen Meteorologie, bis zum Jahre 1860, von welcher Zeit an er seine Aufmerksamkeit

der Wettertelegraphie zuwandte. Im Februar 1861 wurde von ihm die erste Sturmwarnung erlassen und Anfang 1862 wurde das System unter der Leitung Fitzroy's definitiv eingerichtet.

Dieses System, welches auf eine Reihe von empirischen Regeln gegründet war, hatte sich rasch populär gemacht und in anderen Ländern zu ähnlichen Unternehmungen den Anstoss gegeben, allein Fitzroy hatte in der Folge mit so grossen Schwierigkeiten zu kämpfen, dass es ihm unmöglich wurde, dieselben alle zu beseitigen. Bei der Einrichtung des Sturmwarnungswesens hatte sich Fitzroy — und dieses war wohl allgemein der Fall — viel zu sehr dem Optimismus hingegeben und die Aufgabe, vor Stürmen zu warnen, viel zu leicht genommen. So kam es, dass manche Sturmprognose zu zuversichtlich gegeben wurde, und die häufigen Misserfolge erschütterten das Vertrauen der Seefahrer und Fischer derart, dass diese nach so vielen Täuschungen sich nicht mehr bewegen liessen, die Ausführung ihres Gewerbes durch irgend eine, auch die zuversichtlichste Warnung auszusetzen. Dazu kam noch der hauptsächlich durch die nach Westen hin vorgeschobene Lage der britischen Inseln bedingte Umstand, dass viele Warnungen erst ankamen, wenn der Sturm schon in vollster Entwickelung war, oder sich bereits seinem Ende näherte. Der lebhafte und an keine Widersprüche gewohnte Geist Fitzroy's konnte die Spöttereien über seine verfehlten Warnungen nicht ertragen, und dieses sowie anderer Kummer, brachten ihn zu dem verzweifelten Schritte, sich selbst das Leben zu nehmen (1865).

Dieser tragische Ausgang drohte auch für den Fortgang des wettertelegraphischen Dienstes in Grossbritannien verhängnissvoll zu werden. Schon im folgenden Jahre, am 7. December 1866, wurden durch Circular des Board of Trade die Sturmwarnungen in England aufgehoben, weil diese auf rein empirischen Regeln, und nicht auf hinreichend wissenschaftlicher Grundlage beruhten; im Uebrigen wurden bis zu einer in Aussicht gestellten Reorganisation die „Weather Reports" beibehalten, und diese einzelnen Häfen und Orten auf Wunsch mitgetheilt, wenn sie für die Kosten aufzukommen sich bereit erklärten.

Diese Verordnung stiess vielfach auf lebhafte Widersprüche und von mehreren Seiten, selbst wissenschaftlichen Gesellschaften (z. B. der meteorologischen Gesellschaft von Schottland) wendete man sich mit dem Ersuchen an die Regierung, die Sturmwarnungssignale wieder einzuführen. Diesen Wünschen wurde durch das

Circular des Board of Trade vom 30. November 1867 entsprochen, wonach, unter Einsetzung eines Comités der Royal Society (mit einer Geldbewilligung von 200 000 M. und freiem Drucke), Nachrichten von ernsteren atmosphärischen Störungen an den Küsten oder in der Nähe der britischen Inseln kostenfrei an Seehäfen oder Fischereistationen, soweit dieses durch den Telegraphen möglich war, zu übermitteln seien. Diese Nachrichten wurden hauptsächlich unter folgenden Bedingungen ausgegeben: „Wenn die Orte vom Board of Trade bestimmt sind, an welche Nachrichten geschickt werden können, so werden nach dem Ermessen des meteorologischen Comités Nachrichten entweder an alle, oder nur an einige dieser Orte geschickt, wie es die Umstände des speciellen Falles dem meteorologischen Departement rathsam erscheinen lassen.

Wird durch eine Depesche eine atmosphärische Störung angekündigt, so wird die (von Fitzroy eingeführte) Trommel gehisst und diese hat nach Empfang der Depesche 36 Stunden, aber nicht länger, aufgehisst zu bleiben. Erachtet das Comité es für nöthig, dass das Signal länger als 36 Stunden hängen bleibe, so ist dieses durch eigene Depeschen zu bewerkstelligen, welche täglich zu wiederholen sind, so lange es wünschenswerth erscheint.

Die einzige Auslage, welche das meteorologische Departement künftig bestreiten wird, ist jene für die Beförderung der telegraphischen Nachrichten über atmosphärische Störungen."

Indem man die sanguinischen Erwartungen aufgegeben hatte, mit welchen man die Sturmwarnungen begonnen hatte, war man zu der richtigen Ansicht gelangt, dass zwar die Hilfsmittel beim Sturmwarnungswesen unzulänglich seien, aber der Gegenstand für die Praxis eine so ausserordentliche Tragweite habe, dass die wissenschaftlichen meteorologischen Institute sich einerseits mit der Lösung dieses Problemes angelegentlichst zu beschäftigen hätten und andererseits in der wirklichen Ausführung das zu leisten verpflichtet seien, was nur immer zu erreichen möglich sei. Auf diesen Grundlagen gewannen die Warnungen unter der bewährten Leitung R. Scott's in England immer mehr Anerkennung und Vertrauen und gingen jetzt einer gedeihlichen und segenbringenden Entwickelung entgegen.

Im Jahre 1871 empfing das meteorologische Amt am Vormittage 35 Depeschen (darunter 20 aus dem Inlande), am Nachmittag 9; 106 Stationen erhielten Sturmwarnungen.

Im Jahre 1877 wurde das meteorologische Amt reorganisirt

und unter die Leitung eines meteorologischen Rathes gestellt, der von der königlichen Gesellschaft ernannt und von der Regierung bestellt wird und über einen jährlichen Fonds von 306 000 M. verfügt.

Nach dem mir vorliegenden Berichte von 1882[376]) erhält das meteorologische Amt Morgens 53 (23 ausländische), Nachmittags 13 (ausser an Sonntagen) und Abends 19 Berichte; die Morgenbeobachtungen beziehen sich auf 8^h Greenwicher Zeit.

Wetterprognosen, für einen Tag voraus, werden für 11 Bezirke auf den britischen Inseln entworfen und an Abonnenten, an gewisse Klubs und an viele Londoner und inländische Zeitungen gegeben. Ihre Ausgabe erfolgt um 11^h a. m., und um 7^h 30^m p. m. zur Veröffentlichung in den Morgenzeitungen; ausserdem wurden auch einige Jahre hindurch Prognosen speciell für die Heuernte erlassen. Tägliche Wetterkarten mit Tabellen und Prognosen erhalten eine ausgedehnte Verbreitung. Die telegraphischen Berichterstatter sind Telegraphisten, Schullehrer, Signalisten u. dergl.; diese erhalten eine jährliche Remuneration von 260—400 M.

„Das englische System steht in manchen Zügen zwischen dem continentalen und dem viel später entstandenen amerikanischen in der Mitte; die Telegramme im Inlande werden wie Zeitungsdepeschen behandelt und bezahlt; die exponirte Lage lässt die Telegramme vom Auslande an Interesse, und auch der Zahl nach, zurücktreten gegen die vom Inlande, die Beobachtungen werden von mässig remunerirten Beobachtern überall nach gleicher Greenwicher Zeit gemacht und zwar werden von einem Theil der Stationen 1, von andern 2, von einigen 3 Telegramme abgesendet; der Verkehr mit dem Auslande geschieht indessen mittelst unbezahlter Telegramme und beziehen sich die vom Continent einlaufenden Depeschen auf Ortszeit. Die Verwerthung der Telegramme geschieht, neben Sturmwarnungen und autographirten Bulletins, hauptsächlich durch Veröffentlichung von Berichten mit Karten und Prognosen in den Zeitungen und durch Mittheilungen an Interessenten."

In Oesterreich war seit dem 15. Juni 1865 ein wettertelegraphisches System eingeführt worden[377]). Die ganze Angelegenheit erfuhr bis zum Jahre 1872 wenig Theilnahme und Beaufsichtigung. Die Arbeit wurde von einem zu diesem Zwecke angestellten Beamten, der keinen weiteren Anschluss an die Centralanstalt hatte, im Gebäude der Staatstelegraphen ausgeführt. Seine Obliegenheit war, die aus Oesterreich eingelaufenen Berichte in eine Tabelle zu bringen und täglich eine Wetterkarte zu zeichnen,

die aber niemals mehr als das Territorium von Oesterreich-Ungarn umfassen konnte. Diese Karten wurden in Wien bei einem Buchhändler öffentlich zur Ansicht ausgestellt. Das damals herrschende System der Normalwerthe für Temperatur und Luftdruck und die daraus abgeleiteten Abweichungeu dieser Elemente von den Normalwerthen erlaubte keinen Anschluss an die Mittheilungen des Pariser Observatoriums und diese Depesche blieb daher unfruchtbar und wurde nicht benutzt. Uebrigens wurden durch einen Beschluss der k. k. Central-Seebehörde in Triest vom 26. Okt. 1866 an der österreichischen Küste Sturmwarnungssignale (Cylinder bei Tage und 4 weisse Lichter, im Quadrate aufgehängt, des Nachts) und zwar auf Grund der Wettertelegramme vom Pariser Observatorium eingerichtet.

Erst durch die Meteorologen-Vorkonferenz in Leipzig und den Congress in Wien wurden Beziehungen mit auswärtigen Observatorien und Instituten angebahnt und noch Ende 1876 durch Verhandlungen mit Petersburg wegen Austausch der Wettertelegramme zu entsprechendem Abschlusse gebracht.

Die Herausgabe des autographischen Bulletins datirt seit Mai 1873, um welche Zeit die täglichen Berichte zum Behufe des Austausches gegen ähnliche Publikationen auswärtiger Institute an der Anstalt selbst autographirt wurden. Die Herausgabe des Berichtes in seiner gegenwärtigen Form und mit Anschluss der Wetterkarte erfolgte seit dem 1. Januar 1877.

Nach einem Berichte des Oesterr. landwirthsch. Wochenblattes (Nr. 27, 6. Juli 1878) trat auf Initiative des Ackerbauministeriums am 1. Juli 1878 die Institution des Witterungstelegraphendienstes für Landwirthe ins Leben, welche sich alljährlich auf die Monate vom 1. April bis zum 31. Oktober erstreckt.

Zur möglichst raschen Beförderung der Depeschen wurden diese als Dienstdepeschen behandelt und um denselben eine grössere Verbreitung zu sichern, wurden die Gebühren auf den halben Preis (für 20 Worte 25 Kreuzer) herabgesetzt.

Diese Prognosendepeschen haben in der Regel eine allgemein gehaltene Fassung, ohne auf die besonderen klimatischen und örtlichen Verhältnisse der einzelnen Gebietstheile Rücksicht nehmen zu können. Um nun diese Depeschen den abonnirten Landwirthen der Form und dem Inhalte nach so zuzustellen, dass dieselben den klimatischen Verhältnissen ihres Aufenthaltsortes möglichst entsprechen, wurde eine klimatische Gebietseintheilung der einzelnen

Länder vorgenommen und für jedes Gebiet ein den telegraphischen Erfordernissen am meisten entsprechender Ort als sogenanntes „Local-Centrum" fixirt, an dessen Spitze, wo es nur anging, eine Persönlichkeit („Deuter") von entsprechender Befähigung, mit der Aufgabe betraut war, die Originaltelegramme für die ihm zugewiesene Gegend auszulegen und selbe sodann in der in diesem Sinne umredigirten, dem einzelnen Interessenten zurecht gelegten Form an ihre Adresse zu befördern.

Solcher Local-Centren wurden 15 angenommen und zwar: in Niederösterreich, Oberösterreich, Herzogthum Salzburg, Tirol und Vorarlberg, Kärnthen, Steiermark, Krain, Grafschaft Görz, im Küstenlande, in Dalmatien, Böhmen, Mähren, Schlesien, Galizien und Bukowina.

Weitere telegraphische Nachrichten über die Witterungslage des laufenden Tages scheinen die „Deuter" nicht zu erhalten, so dass diese zur Umredigirung der Prognosen allein auf locale Wahrnehmungen und auf die von der Centralanstalt in Wien durch die Post zur Versendung kommenden täglichen autographirten Wetterkarten angewiesen sind.

In Italien wurde mit dem 1. April 1866 die telegraphische Correspondenz für meteorologische Zwecke eröffnet; 21 Stationen wurden zu diesem Zwecke insbesondere an der Küste errichtet[378]. An 6 von diesen Stationen, nämlich Genua, Livorno, Ancona, Neapel, Palermo und Catanea waren Commissionen eingesetzt, welche die Beobachtungen am Orte untersuchten, darauf gegebenen Falls eine Vorausbestimmung der wahrscheinlichen atmosphärischen Aenderungen beriethen und die nahen Stationen von dem Herannahen eines Sturmes, auch ohne Anweisung der Centralstation (Florenz) im Falle der Gefahr benachrichtigten.

Die um 8^h a. m. angestellten und nach Florenz telegraphirten Beobachtungen wurden kartographisch dargestellt und hienach ein die Witterungsverhältnisse Italiens übersichtlich zusammenfassendes Bulletin entworfen, welches dann den Stationen erster Ordnung (obigen 6 genannten) und den Hafencapitänen zur Veröffentlichung zugestellt wurde. Im Allgemeinen war die Organisation der telegraphischen Witterungsberichte derjenigen in Oesterreich ähnlich, indessen wurden, wie in England und Frankreich, auf das Meeresniveau reducirte Barometerstände zur Kartographie in Anwendung gebracht.

Hervorzuheben sind die Verdienste des berühmten Physikers

Matteucci, des Direktors der Centralanstalt in Florenz, um die Förderung der Meteorologie in Italien. Dieser brachte in das italienische Beobachtungsnetz, welches bisher ausserordentlich zersplittert gewesen war, System und Ordnung, und war der Schöpfer der grossen Publikation „Meteorologia Italiana". Für die Entwickelung der Meteorologie ist es gewissermaassen zu bedauern, dass die Zeit dieses grossen Gelehrten von verschiedenen anderen wissenschaftlichen Beschäftigungen so sehr in Anspruch genommen wurde, dass er der Meteorologie nur wenig Musse schenken konnte.

Im Jahre 1865 berichtete Matteucci an die Pariser Akademie, dass die Stürme, welche bis nach Italien gelangen, fast stets an den britischen Küsten zuerst erscheinen, dagegen Stürme, welche sich zuerst in Spanien zeigen, nur selten in Italien sich fühlbar machen. Dabei sprach er sich über einige Details des Systems telegraphischer Witterungsberichte aus, indem er deren Begründung der British Association vom Jahre 1858 zuschrieb. Dieses führte zu der bekannten Polemik zwischen Leverrier und Matteucci, indem der erstere mit Recht die Behauptungen Matteucci's nicht zugab und auch die Priorität der ganzen Einrichtung für sich in Anspruch nahm.

Diese Behauptung über die Fortpflanzung der Stürme änderte Matteucci auch nachher, trotz mannigfacher von ihm angestellter Untersuchungen, nicht; später, im Jahre 1866 und 1868, finden wir dieselbe Ansicht mit derselben Bestimmtheit wieder.

Uebrigens scheint diese merkwürdige Behauptung ursprünglich von dem berühmten Direktor der Sternwarte in Rom, P. A. Secchi, herzurühren, welcher schon 1858 den Ausspruch that: „Jede grosse Depression, welche in Irland und Schottland auftritt, gelangt zu uns 1 oder 2 Tage später; wenn diese Depression (wie gewöhnlich im Winter) von heftigem Sturme begleitet war, so gelangt dieser unfehlbar in der angegebenen Zeit zu uns." Secchi war von dieser Idee so sehr überzeugt (insbesondere nach Untersuchung des Sturmes von 14.—16. Januar 1867), dass er Matteucci den Vorschlag machte, auf Kosten der italienischen Regierung ein Observatorium im äussersten Westen Irlands zu errichten und die Kosten der telegraphischen Mittheilungen von dort auf sich zu nehmen. Bei dem Mangel dieser Einrichtung beklagt Secchi den Umstand, dass die Schiffer den telegraphischen Signalen so wenig Zutrauen schenkten, indem viele Stürme, welche angekündigt würden, entweder gar nicht, oder sehr abgeschwächt einträfen.

Im Jahre 1880 wurde der Prognosendienst von Florenz nach Rom verlegt und mit dem Ufficio centrale dei Meteorologia Italiana verbunden.

Um das Jahr 1865 wurden in Russland Versuche gemacht, unter Ausdehnung des meteorologischen Beobachtungssystemes ein System telegraphischer Wetterberichte einzurichten[379]). Die Minister der Marine und des öffentlichen Unterrichtes interessirten sich für den Plan, allein das praktische Resultat war so gut wie Null[380]).

Nach dem Tode des Direktors Kupffer beschäftigten Kämtz ausgedehnte Reformen des Beobachtungssystems, welche von dessen Nachfolger H. Wild fortgesetzt wurden, unter welchen besonders die Reform in der Publikation der Annalen (seit 1869) hervorzuheben ist, einer Publikation, deren Bedeutung unter den Veröffentlichungen aller Beobachtungssysteme besonders hervorragt. Indessen konnte das russische System nur sehr langsam in befriedigender Weise vervollständigt werden und dieses lag nach Wojeikow hauptsächlich daran, dass die Meteorologie in Russland zunächst noch keine Anwendung auf das praktische Leben fand, und dass das Observatorium nicht dafür sorgte, das Publikum eingehend mit deren Principien und Wichtigkeit bekannt zu machen. Dass der wettertelegraphische Dienst erst sehr spät in Russland eingeführt wurde, ist um so auffallender, weil, wie es scheint, Russland seiner Lage nach für die Wetterprognose viel günstiger situirt ist, als die westlichen Staaten Europas, ja fast so günstig als die Vereinigten Staaten. Erst in dem Jahr 1874 wurden vom Physikalischen Observatorium nach dieser Richtung hin wichtige Schritte gethan, indem für die Häfen der Ostsee ein System von Sturmwarnungen eingerichtet wurde. Am 10. Oktober wurde die erste Warnung an die Häfen von Kronstadt, Reval, Riga und Windau geschickt und neben dem Central-Observatorium das Sturmsignal aufgehisst.

Der wettertelegraphische Dienst wurde im Laufe der Zeit weiter ausgebildet, so dass Ende 1882 60 inländische und ebensoviele ausländische Stationen Wettertelegramme einschickten, jedoch blieb die Wetterprognose, aussergewöhnliche Fälle abgerechnet, nur auf Sturmwarnungen beschränkt, welche auch auf einige grössere Binnenseen (Onega-, Ladoga- und Ilmensee) ausgedehnt wurden.

In Norwegen wurde am 1. December 1866 mit der Organisation des meteorologischen Institutes begonnen, welches einen Bestandtheil der Universität zu Christiania bildet. Zunächst wurden

die Witterungsberichte von 6 Stationen telegraphisch den Häfen übermittelt, später (1869) erhielt das Institut ein Sturmwarnungstelegramm von den britischen Inseln, welches sich jedoch nicht als ausreichend erwies. Nachdem das wettertelegraphische System auch über Schweden, Dänemark und die britischen Inseln ausgedehnt war, wurden auch auf Grund der Morgentelegramme Wetterprognosen für das südliche Norwegen, sowie Sturmwarnungen gegeben[381]).

Bemerkenswerth ist der im Jahre 1870 durch den sehr verdienten Direktor des norwegischen Institutes, Mohn, veröffentlichte Sturmatlas, welcher die ersten wichtigen Aufschlüsse über das Wesen und den Verlauf der europäischen Stürme auf moderner Grundlage gab und wesentlich zur Förderung der ausübenden Witterungskunde beitrug[382]). Bei dieser Gelegenheit wollen wir nicht unterlassen auf das treffliche Lehrbuch von Mohn, „Grundzüge der Meteorologie", in welchem zuerst die Principien der modernen Meteorologie zusammenfassend niedergelegt sind, aufmerksam zu machen[383]).

Die Errichtung des dänischen meteorologischen Institutes datirt vom Jahre 1872. Wie sehr der Leiter dieses Institutes, Cpt. Hoffmeyer, insbesondere durch seine synoptischen Wetterkarten zur Förderung der internationalen Meteorologie beitrug, haben wir schon oben erwähnt. Weitere Untersuchungen und Bestrebungen dieses um die Entwickelung der Wissenschaft sehr verdienten Meteorologen werden wir noch im II. Theile näher kennen lernen. Auf Grundlage der Beobachtungen von 10 inländischen und 26 ausländischen Stationen werden synoptische Karten gezeichnet und durch die Zeitungen veröffentlicht. Die vom dänischen Institute ausgegebenen Wetterprognosen werden gewöhnlich nur in 3 Formen gegeben, und zwar auf „schönes Wetter", „unsicheres Wetter" und „schlechtes Wetter". Bemerkenswerth ist, dass ein Bericht über den thatsächlichen Witterungszustand um $1\frac{1}{2}^h$ p. m. den Zeitungen der Hauptstadt zugeschickt und seitens der Regierung allen Telegraphenämtern übermittelt wird, wo er vor 3^h p. m. noch anlangen kann.

In Schweden wurde die Wettertelegraphie mit dem 1. Mai 1873 eingeführt. Auf Grundlage der Telegramme von 30 Stationen (9 inländischen und 21 ausländischen) wird (1882) täglich zwischen 12 und 1 Uhr eine synoptische Karte entworfen und eine Zusammenstellung der im nördlichen Europa herrschenden Witterung

nebst „Aussichten" des zunächst bevorstehenden Wetters ausgearbeitet. Das Resultat der Morgentelegramme wird unverzüglich dem grossen Publikum zugänglich gemacht 1) durch öffentliche Anschläge an mehreren Plätzen in der Hauptstadt, 2) durch Mittheilung an die täglichen Stockholmer Zeitungen, von welchen das „Aftonbladet" auch mit einer synoptischen Karte versehen wird, und 3) durch Versendung einer abgekürzten, von den Aussichten begleiteten Zusammenstellung an die Eisenbahnverwaltung, welche auf telegraphischem Wege dieselbe an ihre bedeutendsten Stationen versendet, um daselbst dem grösseren Publikum durch Anschlag zugänglich gemacht zu werden.

Die täglichen Wettertelegramme (Morgen- und Abendbeobachtungen) aus Schweden, Norwegen und Dänemark werden zusammen nach Ablauf jeden halben Monats in dem „Bulletin du Nord" veröffentlicht.

Die Einführung des wettertelegraphischen Dienstes im Interesse der Küstenbevölkerung und der Schifffahrt gewann auch in Deutschland sofort lebhaften Beifall. Hier begannen bereits im Jahre 1862 Bestrebungen, ähnliche Einrichtungen für die deutschen Küsten einzuführen und zwar fast gleichzeitig in Preussen für die Ostsee und in Hannover, Oldenburg, Bremen und Hamburg für die Nordsee. Beide hieraus hervorgegangene Systeme, von denen das erstere mehr selbstständig auftrat, das letztere sich direkt an England anlehnte, haben ihre eigene Geschichte und kamen erst 1866 — nach der Einverleibung Hannovers — in direkte Berührung mit einander[384]).

1) Sturmwarnungen an der Nordsee. Am 2. März 1862 beschloss der „Verein zur Rettung Schiffbrüchiger" an der ostfriesischen Küste, sich an die Königl. Hannoversche Regierung zu wenden mit der Bitte um Nutzbarmachung der Fitzroy'schen Warnungen für die deutsche Nordseeküste in Verbindung mit den Telegraphenstationen Norderney und Borkum. Im Auftrage der Regierung besuchten im Frühjahre des folgenden Jahres Prestel und Barkhausen verschiedene Sturmsignalstellen in Holland und England. Nachdem sich hauptsächlich in Folge der zahlreichen und schweren Schiffbrüche in den Oktober- und Decemberstürmen der obengenannte Verein wiederum mit derselben Bitte an die Regierung gewandt hatte, kamen mit dem 1. August 1864 die Fitzroy'schen Sturmwarnungen und Signale zur Anwendung und zwar für Norderney, Borkum, Nesserland, Leerort, Geestemünde,

Brunshausen und Harburg. Allein diese Warnungen hatten den gewünschten Erfolg nicht: auf 14 Sturmwarnungen, September bis December 1864, sollen nur 3mal starke Winde und kein einziges Mal Sturm gefolgt sein, und dieser Umstand erweckte den Wunsch nach einer eigenen meteorologischen Stelle für das nordwestliche Deutschland. Bereits war der Plan für ein solches System, welches seine Centralstelle in Emdeu haben sollte, ausgearbeitet, jedoch kam dieser hauptsächlich in Folge der Ereignisse des Jahres 1866 nicht zur Durchführung, um so weniger, als auch in England die Sturmwarnungen, wenn auch nur auf ein Jahr eingestellt wurden (siehe oben).

Im Jahre 1868 wurden von der eben gegründeten norddeutschen Seewarte, welche unter der Leitung von v. Freeden hauptsächlich mit maritimer Meteorologie sich beschäftigte, die Sturmwarnungen für die Nordseeküste in nahezu derselben Weise, wie früher, wieder aufgenommen. Ausser den eigentlichen Sturmwarnungen erhielt die norddeutsche Seewarte noch täglich von der Hamburger Zeitung „Börsenhalle“ eine Abschrift der telegraphischen Wetterberichte von Deal, Falmouth, Queenstown, Leith und Yarmouth, welche aber erst, soweit mir bekannt ist, nach Benutzung durch die Zeitung einliefen.

Seit November 1872 war die norddeutsche Seewarte auf die in Berlin gesammelten (siehe unten) Wetterdepeschen abonnirt, welche gewöhnlich erst gegen 6 Uhr Abends einkamen und von denen täglich eine Abschrift nach Kopenhagen geschickt wurde. Seit dem 24. April 1873 erhielt das Institut täglich (ausser an Sonntagen) chiffrirte, vollständige Wettertelegramme aus Valencia, Thurso und Yarmouth, welche mit den täglichen Wetterberichten in der „Börsenhalle“ zur Veröffentlichung kamen.

Es war nicht möglich, aus diesem Material sich ein selbstständiges Urtheil über den wahrscheinlichen Verlauf der Witterung zu bilden und so beschränkten sich die Sturmwarnungen lediglich darauf, die Telegramme des Meteorological Office in London, welche der Seewarte zugingen, an 9 Stationen der Nordsee mitzutheilen, wenn sich über den britischen Inseln eine barometrische Differenz von 0,7″ (17,7^{mm}) zeigte und locale Anzeigen eine Warnung gerechtfertigt erscheinen liessen. Die Warnungstelegramme wurden als gebührenfreie Diensttelegramme behandelt.

2) Sturmwarnungen an der Ostsee. Am 26. Sept. 1862 reichte Dove beim preussischen Handelsministerium ein Gutachten ein, worin derselbe ein dem Fitzroy'schen ähnliches System telegraphischer Mittheilungen behufs Abwendung der durch Stürme

veranlassten Gefahren für die preussische Küste empfiehlt, jedoch mit dem Bemerken, dass die Aufgabe hier wegen der Natur unserer Stürme eine verwickeltere sei; dabei brachte er Berlin als Centralstelle in Vorschlag. Die Einrichtung der Sturmwarnungen in Preussen ist hauptsächlich durch zwei amtliche Conferenzen, am 30. December 1862 und am 26. Januar 1865, geregelt, welche auf Vorschlag von Dove erfolgten, und an welchen, ausser ihm, der Telegraphendirektor Chauvin und zwei andere Delegirte des Handelsministeriums theilnahmen. In der ersten dieser Conferenzen wurde festgestellt, dass ausser den durch Berlin passirenden Depeschen aus Skandinavien und Russland nach Paris und aus Frankreich nach Russland, von welchen die Abschriften bereits dem preussischen meteorologischen Institute mitgetheilt wurden, noch einige Depeschen aus Frankreich und von den britischen Inseln nöthig seien; ferner, dass die Sammlung und Bearbeitung dieser Nachrichten unter Dove's Leitung geschehen solle und deren Zusammenstellung täglich im Staatsanzeiger zu veröffentlichen sei; endlich, dass von Dove auf Grund dieser Daten erforderlichenfalls Sturmwarnungen nach einer Anzahl preussischer Ostseehäfen gegeben werden können. Diesen Vorschlägen stimmte der Handelsminister bei.

Wegen der ferneren von Paris gewünschten Nachrichten wandte sich das Handelsministerium durch das Ministerium des Auswärtigen an die französische Regierung und erhielt im Oktober 1863 eine zustimmende Antwort.

In demselben Monat richteten die Vorsteherämter der Kaufmannschaften von Memel, Stettin und Königsberg Gesuche an das Handelsministerium, worin sie um die Einrichtung täglicher Witterungsdepeschen zwischen den deutschen Ostseehäfen und um Sturmwarnungen für diese Häfen bitten.

In der Conferenz am 26. Januar 1865 wurde die Einrichtung und Durchführung der Sturmwarnungen und der telegraphischen Mittheilungen an die Häfen beschlossen, worauf vom Handelsministerium eine „Centralstelle für Sturmwarnungen" unter der Leitung Dove's ins Leben gerufen wurde. Die Organisation bestand darin, dass die Wetterdepeschen von 20 deutschen Stationen und aus Frankreich, Skandinavien, Holland, Belgien, Russland und der Türkei, welche in Berlin eingingen resp. durch Berlin passirten, in eine Tabelle zusammengestellt und an Dove übermittelt wurden, um diesem eventuell als Grundlage zur Ausgabe von Sturmwarnungen zu

dienen. Diese telegraphischen Berichte (siehe unten) wurden in Pariser Linien und Réaumurgraden den Zeitungen Berlins und der Provinz übermittelt (gegen Abonnement) und ausserdem im Auszug an die Häfen gebührenfrei telegraphirt. Die erste Sturmwarnung erfolgte am 17. November 1866. Während der ganzen Zeit des Bestehens, in 10½ Jahren, wurden aus Berlin nur 9 Warnungen an die Häfen gegeben. Uebrigens hatten die Lootsencommandeure und Oberlootsen die Berechtigung und den Auftrag, nach eigenem Ermessen Sturmwarnungssignale zu geben, wenn die Hafentelegramme, sowie die localen Anzeichen dieses als angemessen erscheinen liessen.

Im April 1873 wurde auf Veranlassung des Reichskanzleramtes in Berlin eine Commission zusammengesetzt, um über die Reorganisation, resp. die Neugestaltung des Sturmwarnungswesens an der deutschen Küste zu berathen und zu beschliessen. Diese Conferenz fand unter dem Vorsitze Dove's statt; in dem Berichte [385]) über dieselbe wird die Zweckmässigkeit eines Systemes der Sturmwarnungen und der Küstenmeteorologie besonders betont und werden die Modalitäten der Durchführung und der Plan für die Central- und Nebenstellen festgestellt. In der siebenten Sitzung dieser Conferenz wurde von Neumayer und Wendt ein „Plan und Kostenanschlag eines Sturmwarnungssystems für die deutsche Küste" vorgelegt. In demselben wurden 10 Beobachtungsstationen im Bundesgebiete und 45 Signalstellen vorgesehen; der Kostenanschlag ergab:

Erste Einrichtung:	Centralstelle	10 200 M.	54 000 M.
	Beobachtungsstationen	16 800 „	
	Signalstationen	27 000 „	
Fortlf. Unterhaltg.:	Centralstelle	34 950 „	78 000 M.
	Beobachtungsstationen	33 600 „	
	Signalstationen	9 450 „	

Im Juni desselben Jahres wurde eine Commission mit der Aufgabe betraut, den Zustand der Arbeiten der damaligen Norddeutschen Seewarte festzustellen und Entwürfe für Umgestaltung resp. Neueinrichtuug eines derartigen Institutes dem darüber einzureichenden Berichte anzufügen. Auch die Arbeiten dieser Commission waren

für die Entwickelung des Sturmwarnungswesens und der maritimen Meteorologie von Bedeutung.

„Die verschiedenen von der kaiserlichen Admiralität ausgehenden Entwürfe und Eingaben bewirkten," so heisst es im Archiv der Seewarte (I p. 5), „dass noch in der Session 1873 des Bundesrathes ein Antrag des Reichskanzleramtes, betreffend die Gründung einer Centralstelle für Meereskunde und Sturmwarnungen (Nr. 195 der Drucksachen, Session 1873), welche im Berichte der Ausschüsse des Bundesrathes für das Seewesen und für Rechnungswesen vom 12. März 1874 (Drucksache Nr. 38 der Session 1874) seine Erledigung dahin fand, dass die genannten Ausschüsse sich für die Errichtung eines solchen Institutes unter der Bezeichnung „Deutsche Seewarte" aussprachen und als den geeignetsten Ort für dessen Sitz Hamburg bezeichneten. Nachdem auch im weiteren Verlaufe der Entwickelung von Seiten des Reichstages den Beschlüssen des Bundesrathes beigetreten und die zur Organisation, Einrichtung und den Betrieb der Seewarte und ihrer Nebenstellen erforderlichen Mittel in den Etat pro 1875 aufgenommen worden waren, erschien unter dem 9. Januar 1875 die kaiserliche Verordnung über die Errichtung der Deutschen Seewarte (Reichsgesetzblatt Nr. 2, ausgegeben am 20. Januar 1875). Gemäss dieser allerhöchsten Verfügung wurde das zu errichtende Institut dem Ressort der kaiserlichen Admiralität unterstellt.

Im Beginne des Jahres 1875 wurden zunächst die Beziehungen zu dem Institute der Norddeutschen Seewarte dahin geregelt, dass dem Direktor desselben für das Gesammt-Inventar, einschliesslich auch des Beobachtungsmateriales, welches in den Schiffsjournalen enthalten ist, die Summe von 21 000 M. als Kaufspreis bewilligt und ausgezahlt wurde. Die Uebernahme der Instrumente, Bücher, des Beobachtungsmaterials fand in den letzten Tagen des Januar statt, so dass das Reichsinstitut unter der Leitung Neumayer's mit dem 1. Februar in den Räumen des Seemannshauses ins Leben und in den ihm durch kaiserliche Verordnung angewiesenen Geschäftskreis treten konnte."

Die von der kaiserlichen Admiralität unter dem 2. December 1875 erlassene Instruktion bezeichnet die Aufgabe und den Geschäftskreis der Seewarte. Dieser zerfällt in 4 Abtheilungen, welche hier nach ihrer Thätigkeit kurz charakterisirt werden sollen (vergl. Archiv I. p. 4):

Abtheilung I. Die Organisation der meteorologischen Arbeit zur See innerhalb der deutschen Handelsmarine und die Verwerthung der durch diese Organisation zusammengetragenen Beobachtungen für die Wissenschaft überhaupt und zum Vortheile des deutschen Seeverkehrs insbesondere, bildet den Kern der dieser Abtheilung gestellten Aufgabe.

Abtheilung II. Diese Abtheilung befasst sich mit der Beschaffung und Prüfung sämmtlicher (mit Ausschluss der Chronometer) für die Zwecke des Institutes, der Zweigorgane desselben und dessen Mitarbeiter erforderlichen Instrumente. Eine besondere Aufgabe dieser Abtheilung bildet die Pflege der Wissenschaft der Deviation der Kompasse an Bord eiserner Schiffe, deren Anwendung in der praktischen Navigation und Weiterentwickelung.

Abtheilung III funktionirt als Centralstelle für Wettertelegraphie, Küstenmeteorologie und das deutsche Sturmwarnungswesen und entwickelt sich nach und nach zur Centralstelle für die ausübende Witterungskunde in Deutschland.

Abtheilung IV oder das Chronometer-Prüfungs-Institut hat sowohl die Aufgabe, in alljährlichen Concurrenzprüfungen die deutschen und schweizerischen Fabrikate auf dem Gebiete der Chronometermacher-Kunst zu prüfen, als auch die im Gebrauche befindlichen Instrumente der Handelsmarine den üblichen Untersuchungen zu unterwerfen.

Bevor noch die Abtheilung III in den ihr zugewiesenen Dienst eintrat, fand am 11. December 1875 in Hamburg eine für die Entwicklung der Wettertelegraphie Nordwesteuropas bedeutsame Conferenz statt, woran sich ausser dem Direktor der Seewarte die Direktoren der Centralinstitute in Utrecht und Kopenhagen betheiligten. Die in dieser Conferenz getroffenen Vereinbarungen[386]) waren für die Einrichtung des meteorologischen Dienstes von hoher Wichtigkeit.

Im Anfange des Jahres 1876 war die Einrichtung des Instituts mit seinen Zweigorganen, den Normalbeobachtungsstationen und den Signalstellen so weit gefördert, dass der Witterungsdienst für das Deutsche Reich aufgenommen werden konnte. Am 16 Febr. 1876 erschien das erste vollständige Wetterbulletin mit Wetterkarte.

Entsprechend einem Beschlusse des Wiener Congresses, wonach wirkliche Sturmwarnungen erst dann aufgenommen werden sollten, wenn das betreffende System der Wettertelegraphie vollkommen

und in allen seinen Theilen eingerichtet wäre und demselben eine erhebliche Erfahrung auf dem Gebiete der Sturmprognose zur Seite stände, wurde mit den Sturmwarnungen und auch mit der Wetterprognose erst seit September 1876 versuchsweise, und seit Beginn des Jahres 1877 definitiv vorgegangen.



Fig. 9.
Schlüssel zu den Wetterkarten der Seewarte.

Das Material, welches der Seewarte zur Ausübung des wettertelegraphischen Dienstes zur Verfügung stand, bestand ursprünglich aus ca. 72 Depeschen und zwar 36 aus dem Inlande und ebensoviel aus dem Auslande, welche Zahl sich allmählich auf ca. 100 steigerte (ca. 30 aus dem Inlande und ca. 70 aus dem Auslande), abgerechnet die Nachmittags- und Abend-Depeschen. Das Gebiet, von welchem die Seewarte täglich Wetterdepeschen erhält, erstreckt

sich von Westirland ostwärts bis zur Linie Archangelsk-Charkow und von Bodö, im arktischen Norwegen, südwärts bis zur Südspitze Italiens. Sehen wir nun zu, wie dieses Material für Sturmwarnungen, Wetterprognosen und zu Mittheilungen an das Publikum verwerthet wurde und noch verwerthet wird.

Die Bearbeitung des einlaufenden Depeschenmaterials besteht aus:

1) Eintragung sämmtlicher Depeschen in Tabellen, und zwar 3 für die Abend- und Morgenbeobachtungen (Inland und Westen und Osten des Auslandes) und 1 für den Nachmittag. Die Tabellen des Inlandes und die auf den Nachmittag bezügliche werden publicirt.

2) Eintragung der Wetterdepeschen in Karten, von denen regelmässig täglich im Winter 10, im Sommer 7 (früher 5) entworfen werden und zwar

a) für Luftdruck, Wind und Bewölkung,

b) für Temperatur, Seegang und Niederschläge,

c und d) für Aenderung des Luftdrucks in 12 und der Temperatur in 24 Stunden. Für 2^h p. m. werden die Luftdruck- (6 Stunden) und Temperaturänderungen direkt in die betreffenden Karten eingeschrieben.

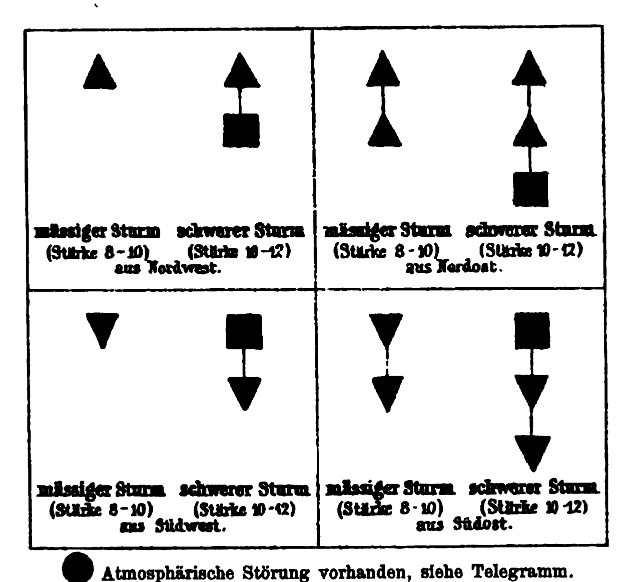
Auf diesen Karten werden die Isobaren und Isothermen gezogen und in die Aenderungskarten die Worte „gestiegen, gefallen, kälter, wärmer etc." eingetragen.

Diese Karten bilden die Grundlage für Sturmwarnungen, Wetterprognosen und thatsächliche Mittheilungen.

Täglich um Mittag wird eine Witterungsübersicht abgefasst, die der sogenannten Zeitungsabonnementsdepesche und meist unverändert auch den autographirten Wetterkarten beigegeben wird. Eine abgekürzte Uebersicht mit tabellarischer Zusammenstellung wird an die Häfen abgeschickt. Die autographirten Wetterkarten werden erst am Abend der Post übergeben.

Zum Zwecke der Sturmwarnungen und Witterungsmittheilungen sind an den verschiedenen Küstenpunkten Deutschlands mehr oder weniger vollständig ausgerüstete Signalstellen eingerichtet worden. Diese zerfallen in 2 Klassen: die der ersten Klasse sind ausgerüstet mit vollständigem Signalmaste und vollem Signalapparate, nämlich Kegel, Cylinder, Kugel (diese Körper haben etwa 1^m Durchmesser und sind meistens von Weidengeflecht) für die Stärke des Windes, und 2 rothe Flaggen für die Richtung des Windes. Fig. 10

versinnlicht die Anordnung und Bedeutung dieser Signale. Die Signalstellen zweiter Klasse sind nur mit einer einfachen Stange versehen, woran nur ein Ball aufgezogen wird, um den Interessenten anzudeuten, dass ein Warnungstelegramm von der Seewarte eingelaufen ist, welches eine Störung der Atmosphäre anzeigt und dessen Wortlaut an der Signalstelle zu erfahren ist. Das Sturmwarnungstelegramm, welches für beide Klassen der Signalstellen identisch ist, enthält kurz die Motive der Warnung und die



● Atmosphärische Störung vorhanden, siehe Telegramm.

Eine Flagge — rechtsdrehend (N—E—S—W) } vermuthliches Umlaufen des Windes.
Zwei Flaggen — zurückdrehend (N—W—S—E) }

Fig. 10.

Anordnung des Signals, und soll sofort nach Ankunft in besonders hierzu eingerichteten Kästen dem Publikum bekannt gemacht werden. Das aufgehisste Signal soll die zu erwartende Störung nicht speciell für den Ort selbst anzeigen, sondern andeuten, dass in der Umgebung dieses Ortes in einem Umfange von ca. 100 Seemeilen (185 Kilom.) Halbmesser stürmische Winde, oder ein Sturm aus der bezeichneten Richtung zu erwarten ist.

Sämmtliche Signalstellen sind mit einem auf das Meeresniveau eingestellten Aneroid-Barometer (und einem Thermometer) versehen, welches täglich um 8^h a. m. abgelesen und eingestellt wird. Um

diese Stunde (sowie zur Zeit unruhiger Witterung in kurzen Intervallen) werden an allen Signalstellen noch ausserdem Beobachtungen über Wind, Wetter und Seegang gemacht und dieses Material allmonatlich der Seewarte zugeschickt, wo dasselbe dann weitere Verwerthung findet.

Wir geben nachstehend ein Verzeichniss der in den ersten Jahren des Bestehens des Institutes eingerichteten Signalstellen, von Ost nach West geordnet, wobei die Signalstellen zweiter Klasse mit einem Sternchen versehen sind:

Memel, Brüsterort, Pillau, Neufahrwasser, Hela*, Rixhöft, Stolpmünde, Rügenwaldermünde, Colbergemünde, Swinemünde, Ahbeck*, Thiessow*, Arcona, Wittower Posthaus*, Darsserort, Warnemünde, Wismar*, Travemünde, Marienleuchte, Friedrichsort, Schleimünde, Flensburg*, Keitum*, Tönning*, Glückstadt, Altona, Hamburg, Brunshausen*, Cuxhaven, Weserleuchtthurm, Bremerhaven, Geestemünde, Brake*, Wilhelmshaven, Wangerooge, Carolinensiel*, Nesserland-Emden, Norderney und Borkum.

Plätze ohne Signalapparat, welche Sturmwarnungen erhalten, sind: Stettin, Freiburg i/E. und Helgoland.

Im Laufe der Zeit kamen noch hinzu: Leba*, Aarösund, Stralsund, Schillighörn, Neuwerk, (Frederikkoog für die Sommermonate ohne Signalapparat).

Seit dem Jahre 1883 wurden an der Unterelbe auf privatem Wege, sowie an der ostpreussischen Küste von der Local-Regierung Signalstellen errichtet, so in Drochtersen, Neuhaus (a/Oste) Otterndorf und Dorum an der Unterelbe (für April bis November), in Balga, Cranz, Rossitten, Nidden, Palmnicken, Schwarzort und Fischhausen an der ostpreussischen Küste. Ebenso wurde von der Stadt Rostock eine Signalstelle I. Klasse geschaffen. Ausserdem erhielten noch Warnungen die Danziger und Weser-Zeitung sowie die Hamburger Zeitungen.

Die Thätigkeit der Signalstellen und der Normalbeobachtungsstationen ist durch besondere Instruktionen [387]) möglichst klar gekennzeichnet. In der Einleitung zur II. Auflage der Instruktion für die Signalstellen heisst es: „Die seit der ersten Einrichtung des Signaldienstes (Sturmwarnungswesens) an den deutschen Küsten gemachten Erfahrungen lassen eine durchgreifende Aenderung in dieser Einrichtung nicht als erforderlich erscheinen. Vielmehr hat sich die Richtigkeit und Zweckmässigkeit der gleich im Beginn

getroffenen Anordnung ergeben, so dass, einige, die Erhöhung der Wirksamkeit betreffende und mehr auf stete Prüfung und Controlle derselben berechneten Maassregeln ausgenommen, kaum Wesentliches in der gegenwärtigen Ausgabe verändert oder eingeführt wurde. Dieses gilt besonders für die Befugnisse, welche den Vorstehern der Signalstellen mit Bezug auf eine, in gewissem Sinne von der Centralstelle unabhängigere Thätigkeit zugestanden werden könnte. Der Zeitpunkt für die Zulassung einer solchen ist noch nicht gekommen; es bedarf hierzu in erster Linie des vollen Verständnisses der Sache auf Seiten der Signalisten. Die neuen Lehren der Witterungskunde, namentlich in ihrer Ausübung und Anwendung, müssen weit mehr in Fleisch und Blut übergegangen sein, als dieses heute noch in der Mehrzahl der Fälle zu erwarten ist. So wie das Werden zum Gemeingut dieser Lehren in der Klasse der Bevölkerung, für deren Nutzen ihre Anwendung bestimmt ist, eine unerlässliche Bedingung für die volle Wirksamkeit der Einrichtung ist, so sichert auch nur die sachliche Einsicht der Signalisten eine kräftige Stütze für die vollständige Ausbeute der durch die örtlichen Anzeigen für die richtige Beurtheilung der allgemeinen Witterungslage, mit Rücksicht auf vorhandene Gefahren, gewährten Hilfe."

Für die Wirksamkeit des ganzen Systemes ist eine rasche und sichere Beförderung der Sturmwarnungsdepeschen durchaus nothwendig und um dieses zu erzielen, erschien eine gewisse Controle sehr wünschenswerth. Hauptsächlich aus diesem Grund wurde seit dem Sommer 1879 die Einrichtung getroffen, dass der Signalist sofort nach erhaltener Warnung eine Antwortdepesche, als Empfangsbestätigung, aufgiebt. Diese Depesche enthält: die Aenderungen des Barometers in den letzten Stunden, Windrichtung, Windstärke, Aussehen der Luft, Seegang und andere wichtige Bemerkungen meistens in chiffrirter Form, so dass diese Depesche den richtigen Empfang der Sturmwarnung anzeigt, und man schon einige Stunden nach gegebener Warnung eine Uebersicht über die Wetterlage an der bedrohten Küstenstrecke erhalten und hiernach weitere Dispositionen treffen kann. Da sich bald zeigte, dass die häufig grosse Anzahl der gleichzeitig einlaufenden Depeschen für den übrigen regelmässigen wettertelegraphischen Verkehr zuweilen störend wirkte, so wurde Anzahl und Umfang der Depeschen auf das Nothwendigste beschränkt (in ersterer Beziehung auf etwa die Hälfte), dann aber noch die Anordnung getroffen, dass ohne vor-

hergegangene Warnung der Eintritt stürmischer Winde gemeldet wurde.

Eine andere, ebenso nützliche Einrichtung wurde im Jahre 1880 getroffen. Um nämlich die Sturmphänomene schon bald nach ihrem Auftreten eingehend verfolgen zu können und in geeigneten Fällen zur Diskussion und Publikation zu bringen, wurden allen Signalstellen Postkarten zugeschickt und die Ausfüllung derselben nach vorgedrucktem Schema in möglichster Ausführlichkeit zur Zeit unruhiger Witterung dringend empfohlen. Durch diese Einrichtung des Postkartenverkehrs erhält die Seewarte ein sehr reichhaltiges und schätzbares Material aus frischer Erinnerung, wodurch es ermöglicht wird, den Verlauf ausserordentlicher atmosphärischer Erscheinungen, insbesondere der Stürme, an unserer Küste in kleinen Zeitintervallen zu verfolgen. Auch trägt diese Einrichtung dazu bei, das Interesse an den atmosphärischen Vorgängen, sowie den Beobachtungseifer der Signalisten in nicht unerheblichem Maasse zu erhöhen.

Alles von den Signalstellen einlaufende Material wird fortlaufend geordnet und zu weiteren Arbeiten vorbereitet, vorläufig wurde dasselbe zur Untersuchung merkwürdiger Witterungsphänomene insbesondere schwerer Stürme, andererseits zur Prüfung der Erfolge oder Misserfolge des Sturmwarnungswesens benutzt. Die Beobachtungen zur Zeit unruhiger Witterung werden vollständig publicirt und zwar als Anhang zu den „Meteorologischen Beobachtungen in Deutschland".

Schon in der Einleitung für die „monatliche Uebersicht der Witterung" für 1879 und im Jahresberichte (im Archiv der Seewarte) wurde auf die Wichtigkeit und Nothwendigkeit der Einführung eines Abenddienstes unter Hinweis auf concrete Fälle auf das Nachdrücklichste hingewiesen [388]). Die Erfahrung hatte gezeigt, dass verspätete Sturmwarnungen, welche erst ankamen, wenn an den betreffenden Orten stürmische Witterung schon ausgebrochen war, hauptsächlich darin ihren Grund hatten, dass das Zeitintervall von 2 Uhr Nachmittags bis 8 Uhr Morgens des folgenden Tages, in welchem keine Depeschen einlaufen, ein viel zu grosses ist, um atmosphärische Störungen successive verfolgen zu können, und dass in dieser Zwischenzeit einerseits oft unvorhergesehene Störungen auftreten und sich entwickeln können, andererseits Störungen, die zwar in der Entwickelung begriffen, aber noch keinen gefahrdrohenden Charakter annehmen und so zu einer Warnung nicht Veran-

lassung geben, unter Umständen einen ungewöhnlich schnellen Verlauf nehmen und so die Küste überraschen können, ohne dass eine Warnung möglich war. Der Abenddienst wurde am 1. November 1882 begonnen und von da an liefen an jedem Abend folgende Beobachtungsdepeschen nach dem Schema BBBWW SHTTT ein: von den britischen Inseln von 6, aus Norwegen, Dänemark und Holland von je 2 und aus Deutschland von 16 Stationen, also im Ganzen von 22 Stationen, die sich nachher auf 31 (13 aus dem Ausland und 18 aus dem Inland) vermehrten. Der Abenddienst beschränkte sich bisher auf die Zeit von $8^1/_2$—$9^1/_2{}^h$ p. m. und auf die unruhigere Jahreszeit vom 15. September bis zum 30. April und dient ausschliesslich den Zwecken des Sturmwarnungswesens.

Im Jahre 1883 wurde eine Anzahl Signalstellen zum Nachtsignaldienste ausgerüstet und zwar vorläufig mit einer rothen Signallaterne, welche das Signal „Ball“ ersetzen sollte. Diese Signalstellen waren: Nesserland-Emden, Wilhelmshaven, Bremerhaven, Cuxhaven, Hamburg, Altona, Kiel, Swinemünde, Neufahrwasser, Pillau und Memel.

Bemerkenswerth ist eine Reihe von Gutachten, welche von Lootsencommandeuren, Hafenmeistern, Vorständen der Signalstellen etc. über die Wirksamkeit des Sturmwarnungswesens an der deutschen Küste im Jahre 1882 gegeben wurden, und die sich, mit sehr geringen Ausnahmen, günstig über diese Institution aussprechen [389]).

Hafentelegramme. In dem Zeitraume 1865/75 erhielten eine Anzahl unserer Häfen von dem Telegraphenamte in Berlin Witterungsnachrichten. Auf Grund der bisher gemachten Erfahrungen und der ausgesprochenen Wünsche des Publikums schickte die Seewarte an 25 Häfen der deutschen Küste täglich Wetterdepeschen, welche aus einem chiffrirten Theile (Tabelle) und einem Texte bestehen. Diese Telegramme erhielten und erhalten noch: 1) an der Ostsee: Memel, Pillau, Neufahrwasser, Stolpmünde, Rügenwaldermünde, Kolbergermünde, Swinemünde, Wolgast, Stralsund, Warnemünde, Travemünde, Kiel, Flensburg; 2) an der Nordsee: Tönning, Glückstadt, Brunshausen, Cuxhaven, Geestemünde, Elsfleth, Brake, Leer und Emden (Keitum a. Sylt im Sommer).

Der chiffrirte Theil der Depesche nach dem Schema BBBWW SHTTG (wobei TT die Temperatur in ganzen Graden bedeutet)

enthält für die Nordseehäfen die Morgenbeobachtungen der Stationen: Queenstown, Aberdeen, Yarmouth, Brest, Hurst-Light, Helder, Borkum, Hamburg, Sylt, Skagen, Skudesnäs, und für die Ostseehäfen diejenigen der Stationen: Memel, Neufahrwasser, Swinemünde, Kiel, Skagen, Kopenhagen, Bornholm, Stockholm und Riga.

Wetterprognosen. Der Beginn der Wetterprognosen datirt vom 1. September 1876, von welchem Tage an „Aussichten" für den folgenden Tag am Fusse der täglichen Wetterkarten gegeben wurden, wobei sich diese je nach Umständen entweder auf das ganze Deutschland bezogen, oder es wurde dieses nach Osten und Westen, oder Norden und Süden, oder Nordwesten, Osten und Süden in Bezug auf die Prognose zerlegt. Mit dem Sommer des Jahres 1877 wurde täglich eine specielle Prognose für das nordwestdeutsche Küstengebiet aufgestellt und in den Zeitungen Hamburgs und Umgebung veröffentlicht. Der Verbreitungskreis dieser Prognosen wurde nach und nach grösser: im Jahre 1878 gingen Prognosen mit Witterungsthatbeständen nach Göttingen, nach Weissenburg a/S. (an den Verfasser) und nach Leipzig, um dort im Interesse der Landwirthschaft verwerthet zu werden.

Obgleich die Seewarte als vorwiegend nautisches Institut in erster Linie für die Pflege des Sturmwarnungswesens und der Küstenmeteorologie zu sorgen hatte, so hatte man bei dem umfassenden und werthvollen Material, welches dort zusammenfloss, schon kurz nach Entstehung des Instituts daran gedacht, dieses auch für die Interessen des Binnenlandes zu verwerthen. Auf Anregung des Kgl. Preuss. Ministeriums veranlasste die Kaiserliche Admiralität im März 1876 die Direktion der Seewarte, sich über die Praktikabilität der Errichtung eines landwirthschaftlichen meteorologischen Dienstes zu äussern. Nachdem diese in einem umfassenden Votum die Grundzüge eines meteorologischen Dienstes im Interesse der Landwirthschaft dargelegt und die Berufung einer Conferenz von Sachverständigen vorgeschlagen hatte, fand am 19. und 20. Oktober eine Conferenz im Ministerium der landwirthschaftlichen Angelegenheiten statt, in welcher ein ausführliches Programm für die Einrichtungen zur Nutzbarmachung der Wettertelegraphie für die Landwirthschaft vereinbart wurde[390]).

Diese Conferenz hatte keine unmittelbaren Erfolge. Wichtiger war die auf Anregung des Direktors der Seewarte am

12. und 13. September 1878 in Cassel tagende Conferenz, an welcher eine grosse Anzahl von Fach-Meteorologen, Land- und Forstwirthen und Vertretern der Presse sich betheiligten, und durch welche das Interesse für die ausübende Witterungskunde mächtig gehoben wurde, wenn auch die Einrichtung eines einheitlich organisirten Dienstes zum Nutzen der Landwirthschaft hierdurch nicht erzielt wurde. Nach dem Programme sollten neben der Centralstelle für Wettertelegraphie, der Seewarte, eine hinreichend grosse Anzahl Localcentren geschaffen werden, welche von der Centralanstalt Mittheilungen über die allgemeinen Witterungsverhältnisse Europas und allgemein gehaltene Wetterprognosen erhalten sollten, die den Localprognosen als Grundlage zu dienen hätten[391]).

Im Jahre 1879, in welchem ich die Leitung der Abtheilung III der Seewarte übernahm, kamen wesentliche Aenderungen im Prognosendienste nicht vor. Dagegen war das Jahr 1880 für die Entwickelung der ausübenden Witterungskunde bedeutungsvoller. Ende Januar dieses Jahres nahm der Deutsche Landwirthschaftsrath die Einrichtung eines meteorologischen Dienstes in sein Programm auf und wurden vom Direktor der Seewarte in den Sitzungen dieser Körperschaft die hierbei leitenden Gesichtspunkte entwickelt. „Die Beschlüsse, welche bei dieser Gelegenheit gefasst wurden, lassen sich dahin ausdrücken, es möge die Deutsche Seewarte, als Centralstelle für die Wettertelegraphie des Deutschen Reiches, als welche dieses Institut thatsächlich schon seit Jahren funktionirte, auch allgemein anerkannt werden, und dass die Organisation des ganzen Dienstes nach einer einheitlichen Form durchgeführt werde[392]). Allen jenen, welche ausserhalb der Verhältnisse in Deutschland leben und mit den besonderen Einrichtungen jedes Staates nicht vertraut sein können, muss es geradezu unbegreiflich sein, wie überhaupt solche Resolutionen nothwendig erscheinen und welcher Natur die Schwierigkeiten sein müssen, die deren allgemeine Annahme rathsam werden lassen.“

Hiermit in Beziehung steht eine Conferenz der Vorstände der meteorologischen Centralstellen Deutschlands vom 2.—4. April desselben Jahres in Hamburg, welche den Zweck hatte, eine Einigung in Deutschland in Beziehung auf die in Wien abzuhaltende landwirthschaftlich-meteorologische Conferenz zu erzielen. In dieser Conferenz wurden in Beziehung der Wetterprognosen folgende Beschlüsse gefasst[393]):

„1) Es wird anerkannt, dass die meteorologischen Institute sich der Forderung des praktischen Lebens nach Witterungsaussichten überall nicht mehr entziehen können.

2) Solche Witterungsaussichten sollen übrigens im gegenwärtigen Stadium der Entwickelung der ausübenden Witterungskunde nur unter Anlehnung an die in einem jeden Distrikte, für welchen sie bestimmt sind, bestehende meteorologische Centralstelle veröffentlicht werden.

3) Prognosen haben sich auf Beschaffenheit des Himmels, der Niederschläge, Temperatur, Windrichtung und Windstärke zu beziehen.

4) Prognosen für das Binnenland haben die Windrichtung nur bei starken Winden zu enthalten, da überhaupt Windrichtung und Windstärke in diesem Falle von geringerer Bedeutung sind.

5) Wo immer möglich, sollen solche Prognosen nur im Zusammenhang mit vollständigen Berichten über Witterungsthatbestände veröffentlicht werden; übrigens aber erscheint die Veröffentlichung von Prognosen mit abgekürztem Berichte oder auch ganz ohne solchen Bericht in kleineren Zeitungen zulässig.

6) Den Zeitungen, welche Witterungsprognosen von ihren meteorologischen Centralstellen erhalten, muss es zur Bedingung gemacht werden, dieselben vollständig in der Fassung, in welcher sie ihnen ertheilt werden, abzudrucken und keinerlei Aenderungen in denselben, weder mit Absicht, noch aus Nachlässigkeit, vorkommen zu lassen. — Die Conferenz ist der Ansicht, dass die Veröffentlichung täglicher Witterungsaussichten ohne Kenntniss der gleichzeitigen Wetterlage, wie eine solche nur durch Bezug von telegraphischen Nachrichten von einer Centralstelle für Wettertelegraphie möglich ist, ganz besonders aber die Uebermittelung solcher Aussichten an entfernte Orte, verwerflich sei und die Sache schädige.

7) Der Auffassung, als sei jede Beobachtungsstation berufen, Witterungsaussichten selbstständig zu stellen, muss auf das Entschiedenste entgegengetreten werden. Nur an den Localcentren (im Sinne der Casseler Conferenz), welche in den Besitz des oben genannten Materials zu setzen sind, ist das Stellen von Witterungsaussichten gerechtfertigt.

8) Das Maass der Betheiligung der Localcentren an der Fassung der Witterungsaussichten muss von den Umständen abhängig gemacht werden.

9) Es wird anerkannt, dass bei der Abgrenzung des Gebietes für die Ausfertigung von Witterungsaussichten die politischen Grenzen nicht maassgebend sein können — eine Eintheilung aber in Gebiete für die ausübende Witterungskunde und eine Auswahl der Localcentren gegenwärtig noch nicht möglich ist."

Diese Conferenz gab hauptsächlich die Veranlassung, dass an den meteorologischen Centralanstalten in Bayern, Württemberg und Baden grössere Witterungstelegramme von der Seewarte bezogen wurden, wie dieses bereits schon vor Jahren geschehen war; ferner errichteten die Kölnische und Magdeburgische Zeitung eigene Wetterwarten, welche auf Grundlage von eigenen Beobachtungen und umfassenden Wettertelegrammen Prognosen mit Witterungsthatbeständen publicirten. Nach dem Vorgange mehrerer grösserer Zeitungen erwirkten sich auch kleinere Zeitungen die Witterungsaussichten, jedoch wurden, entsprechend den Beschlüssen der oben besprochenen Conferenz, diese nur dann gegeben, wenn neben denselben auch Witterungsthatbestände veröffentlicht wurden. Im Jahre 1880 kamen 19 Prognosen zur Versendung und zwar 7 chiffrirt und 12 in Textworten, im Jahre 1881 kamen zur Beförderung 11 chiffrirte Prognosen und 34 in Textworten, abgerechnet zahlreiche gelegentliche Wetterprognosen an Behörden, Vereine und Private.

Um die Mitte des Jahres 1884 erhielt der Prognosendienst insofern eine Beschränkung, als an die Zeitungen von der Seewarte direkt keine Prognosen mehr abgegeben wurden. Das Sturmwarnungswesen wurde hiervon nicht berührt.

Die Chiffrirung der Prognosen, welche Idee zuerst von O. Z. Krause in Annaberg ausgesprochen wurde, geschah nach nachstehendem[394]):

Prognosen-Schlüssel.

(Für die wärmere Jahreszeit vom 1. April bis 30. September sind die eingeklammerten Ausdrücke zu nehmen).

	Wind.	Windstärke.	Bewölkung.	Wetter.	Temperatur.	
0	still	schwach	vorw. heiter	trocken	normal	0
1	N	mässig	ziemlich heiter	keine oder geringe Niederschläge.	etw. wärmer	1
2	NE	frisch	veränderlich	etwas Niederschläge	wärmer	2
3	E	stark	ziemlich trübe	Niederschläge.	etw. kälter	3
4	SE	stürmisch	meist trübe	Niederschläge mit Sonnenschein wechsld.	kälter	4
5	S	auffrischend	zun. Bewölkg.	zunehm. Niederschl. / (nachher Niederschläge)	wenig verändert	5
6	SW	abnehmend	abn. Bewölk.	abnehm. Niederschläge	um 0° / (warm)	6
7	W	böig	theils heiter, theils neblig	nachher Niederschl. / (trocken, Gewitterregen nicht ausgeschlossen)	Nachtfrost / (kühl)	7
8	NW	rechtdrehend	ger. Bew., nebl.	Schnee / (Gewitterneigung)	Thauwetter / (kühl. Nacht)	8
9	unbestimmt	zurückdreh.	Nebel, vorwiegend trübe	Niederschläge, nachher Aufklaren. / (Gewitter)	Frost / (Nachtfrost)	9

NB. Bei Chiffrirung der Prognose wird diese stets durch die letzten beiden Zifferngruppen angegeben, so zwar, dass die letzte Gruppe eine Wiederholung der vorhergehenden ist, mit umgekehrter Reihenfolge der Ziffern.

Mittheilung von Witterungsthatbeständen. Schon ursprünglich bei Entstehung des Instituts ging man von dem Gesichtspunkte aus, dass es für eine erfolgreiche Pflege des Prognosendienstes nothwendig ist, das Verständniss der grossen atmosphärischen Bewegungen und der bei der Aufstellung der Prognose leitenden Grundsätze beim Publikum anzubahnen und so dasselbe einerseits für die Witterungsvorgänge und deren Wechsel in den verschiedenen Klimaten zu interessiren und andererseits in Stand zu setzen, an der Hand eines hinreichenden Materials von Thatbeständen ein möglichst zutreffendes und gerechteres Urtheil über den Erfolg oder Misserfolg der Prognosen zu fällen, als dieses auf Grundlage unmittelbarer lokaler Beobachtungen geschehen kann.

Wie bereits oben erwähnt, war schon vor Errichtung der Seewarte in Berlin die Einrichtung getroffen, dass fast sämmtliche hier einlaufenden Wetterdepeschen in eine Tabelle zusammengestellt und diese ohne Commentar den Zeitungen gegen ein Abonnement von monatlich 9 Mark übermittelt wurde. Dieser Bericht wurde im Jahre 1876 durch die Seewarte den bestehenden Bedürfnissen entsprechend reformirt und mit einer Uebersicht der Witterung in Textworten versehen; eine weitere Revision dieses Berichtes erfolgte 1880 bei Gelegenheit der zuletzt besprochenen Hamburger Conferenz. Seit 1877 wurde der Abonnementspreis auf monatlich 60 Mark erhöht, jedoch mit der Erleichterung, dass beim Zusammentritt mehrerer Abonnenten zum gemeinsamen Bezuge jede Abschrift auf 20 Mark ermässigt wurde. Dieser Abonnementsbericht fand trotz dieser grossen Preissteigerung eine bedeutende Verbreitung: im Jahre 1880 wurde derselbe, soweit bekannt, publicirt in Preussen von 32, in Sachsen von 6, in Bayern von 5, in Württemberg von 5, in Mecklenburg von 4, in Hamburg von 5 Zeitungen, in Lübeck und Bremen von je einer Zeitung.

Der Abonnementsbericht wird nicht, wie die übrigen Depeschen, soweit sie sich auf Beobachtungsdaten beziehen, chiffrirt, sondern in der unten gegebenen Fassung telegraphisch weiter befördert; nur insofern tritt hier eine Vereinfachung ein, als um Mittag die dabei in Betracht kommenden Telegraphenleitungen vereinigt werden, so dass der Bericht an die betreffenden Städte gleichzeitig durch einen Telegraphenapparat abgegeben wird.

Um die Construction von Wetterkarten, welche sich auf den laufenden Tag beziehen, auch ausserhalb Hamburgs zu ermöglichen und so eine feste Grundlage für die locale Wetterprognose zu geben, wurde von der Seewarte folgende Einrichtung getroffen. Das ganze Gebiet, welches von Westirland nach Livland und vom Polarkreise nach dem Mittelmeer sich erstreckt, ist in 9 grosse zu je 100, also zusammen in 900 quadratische Felder getheilt, so dass jedes Feld durch 3 Ziffern genau bezeichnet werden kann. Die Schnittpunkte der Isobaren werden also durch 3 Ziffern gegeben, von welchen die erste das Hauptquadrat, die zweite die vertikale, die dritte die horizontale Reihe angiebt. Fig. 11 pag. 366 illustrirt diese Einrichtung.

Zum Vergleiche lassen wir nachstehend einen von der Seewarte und einen von Berlin ausgegebenen Bericht folgen.

I. Wetterbericht der Seewarte vom 25. März 1885 8 Uhr Morgens.

	Stationen.	Barometer auf 0 Grad und den Meeres-spiegel red. in mm.	Wind.		Wetter.	Temperatur in Grad. Cels. 5° C. = 4° R.	Bemerkungen.
a	Mullaghmore	765	SW	5	bedeckt	6	
b	Aberdeen	764	SSW	3	wolkig	4	
c	Christiansund	765	SE	4	wolkig	3	Seegang mässig.
d	Kopenhagen	770	NE	5	Schnee	1	
e	Stockholm	775	E	2	bedeckt	0	
f	Haparanda	776	S	6	wolkenlos	— 6	
g	Petersburg	781	ENE	1	wolkenlos	— 10	
h	Moskau	778	E	1	bedeckt	0	
i	Cork, Queenst.	768	NW	3	bedeckt	4	
k	Brest	768	still		bedeckt	4	Seegang schwach
l	Helder	769	NNE	2	wolkenlos	2	See ruhig.
m	Sylt	770	NE	3	halbbed.	0	
n	Hamburg	768	NNE	2	bedeckt	1	
o	Swinemünde	767	ENE	2	bedeckt	2	
p	Neufahrwasser	767	SE	1	bedeckt	3	
q	Memel	772	E	4	bedeckt	0	See sehr ruhig.
r	Paris	768	NNE	2	wolkenlos	— 3	
s	Münster i.W.	766	N	1	bedeckt	— 1	
t	Karlsruhe	765	E	1	bedeckt	— 3	
u	Wiesbaden	765	NW	2	bedeckt	— 2	Gest. viel Schnee.
v	München	762	NE	3	Schnee	— 3	
w	Chemnitz	765	N	1	Schnee	— 1	Morgens Nebel.
x	Berlin	765	NE	1	Schnee	1	
y	Wien	762	WNW	3	Schnee	— 1	
z	Breslau	764	ENE	1	bedeckt	3	Gest. Ab. Schnee.
aa	Iled'Aix, Rochef.	—	—		—	—	
bb	Nizza	750	E	1	wolkenlos	4	See ruhig.
cc	Triest	758	ENE	8	Regen	5	

Anmerkung. Die Stationen sind in 4 Gruppen geordnet: 1) Nordeuropa, 2) Küstenzone von Süd-Irland bis Ostpreussen, 3) Mitteleuropa südlich dieser Zone, 4) Südeuropa. Innerhalb jeder Gruppe ist die Reihenfolge von West nach Ost eingehalten.

Skala für Windstärke (nach Beaufort): 1 = sehr leicht, 2 = leicht, 3 = schwach, 4 = mässig, 5 = frisch, 6 = stark, 7 = steif, 8 = stürmisch, 9 = Sturm, 10 = starker Sturm, 11 = heftiger Sturm, 12 = Orkan.

Uebersicht der Witterung:

Ein hohes barometrisches Maximum von 780^{mm} hat sich über Finnland ausgebildet, einen Ausläufer nach Südbritannien entsendend, so dass über Mittel- und Südeuropa nördliche bis östliche Winde vorherrschend sind, welche im Norden meist schwach, im Süden vielfach stark auftreten. Triest meldet stürmischen Ostnordost. Ueber Centraleuropa ist das Wetter trübe, vielfach zu Schneefällen geneigt; die Temperatur ist im Norden durchschnittlich nahezu normal, im Süden liegt sie erheblich, bis zu 9 Grad, unter der normalen.

II. Berliner Wetterbericht vom 1. December 1864.

Telegraphische Witterungsberichte.

Beobachtungszeit. Stunde.	Ort.	Barometer. Pariser Linien.	Temperatur Réaumur.	Wind.	Allgemeine Himmelsansicht.
		Auswärtige Stationen:			
8. Morgens.	Paris	340,5	0,5	SO, windstill.	bedeckt, regner.
„	Brüssel	339,5	4,2	S, schwach.	bedeckt, währ. d. Nacht Regen.
„	Haparanda	337,1	— 5,8	S, schwach.	bedeckt.
„	Helsingfors	341,4	0,1	S, schwach.	bedeckt.
„	Petersburg	343.2	— 4,1	SW, mässig.	bedeckt.
„	Riga	342,6	— 2,9	SO, mässig.	bedeckt.
„	Libau	341,9	— 0,3	S. fast windstill.	bewölkt.
„	Moskau	341,5	— 14,6	Windstille.	heiter.
„	Stockholm	340,9	1,3	SSW, schwach.	bedeckt.
„	Skudesnäs	335,7	4,3	S, frisch.	bewölkt.
„	Gröningen	340,1	1,2	S, schwach.	bedeckt.
„	Helder	339,4	3,0	S¼SW, schwach.	sehr bedeckt.
„	Hernoesand	332,7	1,9	S, mässig.	bedeckt, gestern Ab. Nordlicht.
		Preussische Stationen:			
6. Morgens.	Memel	342,6	— 1,8	SO, schwach.	bedeckt.
7. „	Königsberg	342,6	0,4	S, sehr schwach.	bedeckt, Nebel.
6. „	Danzig	342,8	— 0,9	SW, windstill.	bedeckt, neblig.
„	Putbus	339,5	— 0,2	S, mässig.	bedeckt, Nebel.
7. „	Cöslin	341,9	— 1,2	SW, sehr schwach.	starker Nebel.
6. „	Stettin	342,7	— 0,5	SW, schwach.	bedeckt, Nebel.
„	Berlin	340,6	1,4	OSO, lebhaft.	heiter, gestern starker Nebel.
„	Posen	340,6	— 0,7	SSW, windstill.	bedeckt, neblig.
„	Münster	338,4	0,1	S, schwach.	trübe, Nachts — 1,4°
„	Torgau	338,6	— 1,1	S, schwach.	ganz heiter.
„	Breslau	337,0	— 0,2	O, schwach.	trübe, Reif.
„	Cöln	338,8	1,1	SO, schwach.	heiter.
„	Ratibor	334,7	0,4	N, mässig.	trübe.
„	Trier	334,6	— 1,6	NO, schwach.	bedeckt.

Von hervorragender Wichtigkeit für das erspriessliche Gedeihen des Prognosendienstes und das richtige Verständniss der dabei leitenden Gesichtspunkte erschien die Verbreitung der Wetterkarten in der Tagespresse. Allein es mangelte eine Methode, die Wetterkarten in sehr kurzer Zeit druckfertig herzustellen, da nach der bisherigen Methode des Aetzens die Clichés auf chemischem Wege hergestellt wurden, wozu besonders geschulte Kräfte und eigene Einrichtungen nothwendig waren. Im Herbst des Jahres 1880 wurde von der Direktion der Seewarte im Auftrage des Kgl. Preuss. landwirthschaftlichen Ministeriums und der Kaiserl. Admiralität das Verfahren für Herstellung der Zeitungswetterkarten nach einfacher Methode, wie es von dem dänischen Lieutenant

Rung erfunden war, um den Preis von 4000 Mark käuflich erworben.

So wünschenswerth auch eine grosse Verbreitung der Wetterkarten durch die Zeitungen erschien, so sind die bisherigen Erfolge doch nur mässig zu nennen. Zeitungswetterkarten erhielten (1881) direkt von der Seewarte die Hamburger Zeitungen: „Börsen-

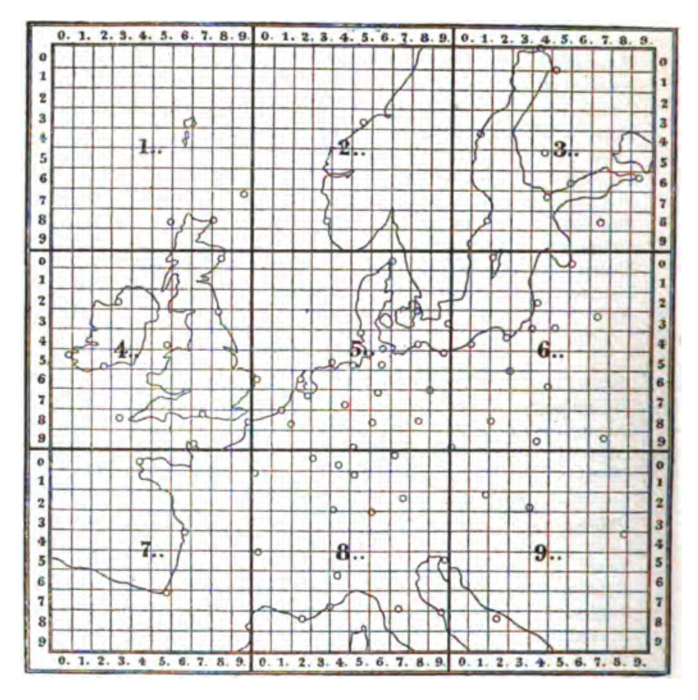


Fig. 11.

halle“, „Correspondent“ und „Reform“ (bis 1884). Von auswärtigen Zeitungen werden auf Grund des Isobaren-Telegramms und sonstiger telegraphischer Mittheilungen Wetterkarten construirt: von der „Magdeburgischen Zeitung“, vom „Berliner Tageblatt“, von der „Augsburger Allgemeinen Zeitung“ und von der „Karlsruher Zeitung“.

Für die Entwickelung der Deutschen Seewarte war die Schaffung eines eigenen Dienstgebäudes von grosser Bedeutung. Schon bei Errichtung der Seewarte bestand die feste Ueberzeugung, dass für die Zwecke derselben, insbesondere für eine zweckmässige Aufstellung der Instrumente und für die verschiedenen wissen-

schaftlichen Untersuchungen ein eigenes Gebäude eine unabweisbare Nothwendigkeit sei, indessen konnte diesem Bedürfniss nicht sofort entsprochen werden, und so wurde die Seewarte zunächst in dem auf einer Anhöhe an der Elbe gelegenen Seemannshause untergebracht, welches hauptsächlich als Logirhaus für unbeschäftigte See- und Steuerleute dient. Die rasche Entwickelung des

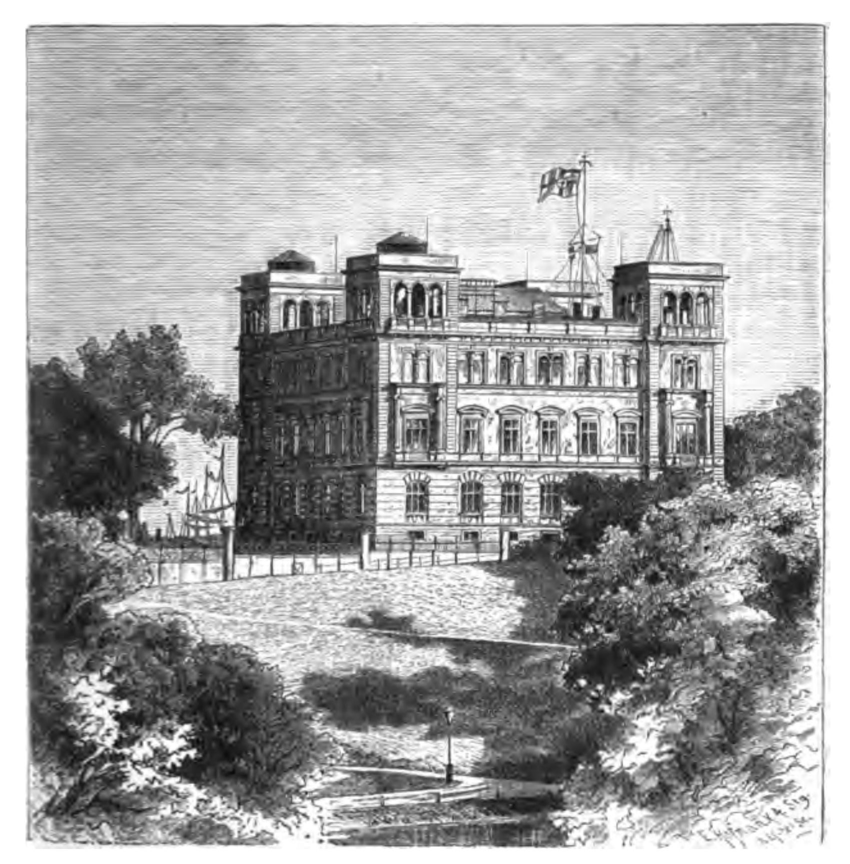


Fig. 12. Dienstgebäude der deutschen Seewarte.

Institutes, sowie die Natur der ihm obliegenden Arbeiten, machten das vorhin erwähnte Bedürfniss nach einem eigenen Dienstgebäude immer fühlbarer. Mit Anfang des Jahres 1877 wurden auf Anordnung der Admiralität die einleitenden Schritte zur Erwerbung desselben gethan. Am Ende desselben Jahres wurde vom Hamburger Staate als Platz für Errichtung des Gebäudes der beim Hamburger Publikum sehr beliebte und viel besuchte Aussichts-

punkt „Elbhöhe“ oder „Stintfang“ abgetreten. Auf dieser Stelle kam im Jahre 1881 der Bau zur Vollendung, welcher als eine Sehenswürdigkeit der Stadt Hamburg angesehen werden kann. Am 14. September 1881, dem Geburtstage Alexander von Humboldt's, wurde das neue Dienstgebäude durch den deutschen Kaiser, welchen Hamburg an diesem Tage in seinen Mauern begrüsste, feierlich eingeweiht.

Literatur und Bemerkungen.

[1]) Joseph Helmes: „Das Wetter und die Wetterprophezeihung. Ein Cyklus meteorologischer Vorträge für Gebildete.“ Hannover 1858. pag. 6.

[2]) De Tastes: In Revue des deux Mondes. Tome II. 1874. 15. April.

[3]) Gren: Geschichte der Naturwissenschaften. Fragment in Gilbert's Annalen der Physik. Bd. I. pag. 200.

[4]) Hermann Kopp: „Einiges über Witterungsangaben.“ Braunschweig 1879. pag. 65.

[5]) Anton Pilgram: Untersuchungen über das Wahrscheinliche der Wetterkunde durch vieljährige Beobachtungen. Wien 1788. pag. 604.

[6]) Vergl. H. W. Stoll: Die Sagen des klassischen Alterthums. 1874. Bd. I. pag. 9.

[7]) Ibid. I. pag. 16 ff.

[8]) Ovid: Metamorph. VII. 520 ff.

[9]) Vergl. Plinius secundus: Historia naturalis. Liber II. 53.

[10]) Was Plinius unter Volta (monstrum Voltae) versteht, darüber sind die Alterthumsforscher nicht einig. Einige halten dasselbe für ein Gespenst, andere für eine Seuche. Tertullian erwähnt diese Begebenheit mit den Worten: „Volsinios de coelo perfudit ignis.“

[11]) Livius erzählt diese Begebenheit mit den Worten (L. I. C. 32): „Ipsum regem tradunt volventem commentarios Numae, cum ibi quaedam occulta solennia sacrificia Jovi Elicio facta invenisset, operatum his sacris se abdidisse: sed non rite initum aut curatum id sacrum esse, nec solum nullam ei oblatam coelestium speciem, sed ira Jovis sollicitati prava religione fulmine ictum cum tota domo conflagrasse.“ Nach den Erzählungen des Dionysos von Halicarnass soll auch der Albanerkönig Alladius bei einem ganz ähnlichen Versuche vom Blitze erschlagen sein.

[12]) William Edward Hartpole Lecky's Geschichte des Ursprungs und Einflusses der Aufklärung in Europa. Deutsch von H. Jolowicz. 2. Aufl. I. Bd. 1873. pag. 12. Wir machen auf dieses vortreffliche Werk ganz besonders aufmerksam.

[13]) Soldan's Geschichte der Hexenprocesse. 1880. I. pag. 33; vergl. auch über diesen Gegenstand: P. Scholz, Götzendienst und Zauberwesen bei den alten Hebräern und benachbarten Völkern. 1877.

[14]) Lib. III, Cap. 37 mor. Neb.

[15]) Vergl. Soldan I. pag. 91.

[16]) Agobardi liber contra insulsam vulgi opinionem de grandine et tonitruis. Cap. I.

[17]) Vergl. Soldan etc. I pag. 276.

[18]) Vergl. Soldan II. pag. 39, (auch die nachfolgenden Fälle sind meist dem Buche Soldan's entnommen): „Kurtzer und wahrhafftiger Bericht und erschreckliche Zeitung von sexhundert Hexen, Zauberern und Teufelsbannern (worunter 22 Mädchen von 7—10 Jahren), welche der Bischof von Bamberg hat verbrennen lassen, was sie in gütlicher und peinlicher Frage bekannt. Auch hat der Bischof im Stifft Würzburg über die neunhundert verbrennen lassen. — Und neben etliche hundert Menschen durch ihre Teuffelskunst um das Leben gebracht, auch die Früchte auf dem Feld durch Reiffen und Frost verderbt, darunter nicht alleine gemeine Personen, sondern etliche der vornehme Herren, Doctor und Doctors-Weiber, auch etliche Rathspersonen; alle hingericht und verbrannt worden; welche schreckliche Thaten bekannt, daß nicht alles zu beschreiben ist, die sie mit ihrer Zauberei getrieben haben, werdet ihr hierinnen allen Bericht finden. — Mit Bewilligung des Bischoffs und ganzen Thum-Capitels in Druck gegeben.

[19]) Vergl. Lecky I. pag. 81.

[20]) P. Martini: Histoire de la Chine. T. I. pag. 51.

[21]) Misc. Berolin. T. III.

[22]) Flavius Josephus: Alte jüdische Geschichte. Bd. I. Cap. 3.

[23]) Cicero de divin. L. I. Cap. 1.

[24]) In Gellius „noctes Atticae" L. XIV. C. 1 heisst es: „Dicebant Chaldaei, isto modo coeptam fieri observationem ut animadverteretur, quo habitu, quaque positura stellarum aliquis nasceretur: tum deinceps ab ineunte vita, fortuna eius et mores, et ingenium et circumstantiae rerum negotiorumque, ad postremum etiam finis vitae expectaretur; eaque omnia, ut usu venerant litteris mandarentur: ac postea longis temporibus, cum ipsa illo eodem in loco eodemque habitu forent, eademque ceteris quoque eventura existimarentur, qui eodem tempore nati fuissent."

[25]) Vergl. Günther: Einfluss der Himmelskörper auf Witterungsverhältnisse. II. Aufl. 1884. pag. 2 und Anm. 4, und Häbler: Astrologie im Alterthum. 1879. pag. 7.

[26]) Vergl. Cicero de div. L. I. C. 49. Diog. Laert. I. 25. Aristot. Polit. I, 11.

[27]) Hippokrates: περὶ ἀέρων. LXVIII ff.

[28]) Vergl. Karstner: Archiv für Chemie und Meteorologie. Bd. VI. pag. 389. Siber: Geschichte der Meteorologie.

[29]) Vergl. Karstner's Archiv. Bd. VII. pag. 207 ff.

[30]) Vergl. Scriptorum rei rusticae veterum Latinorum. Tom. II. L. Junii moderati Columellae de re rustica Lib. XI. Cap. II.

[31]) Caji Plinii Secundi Historia naturalis Lib. II. Cap. 8. Nach Strack's Uebersetzung.

[32]) Aben-Ragel: „De judiciis astrorum octo libri lati. editi cum excerptis et tractatibus Messalae, Alkindi, Albenait, Omar, Zahal, ab Antonio Stupa et Petro Lichtenstein. Basil. 1571.

[33]) Introductorium ad scientiam judicialem astronomiae, emendatum per Math. Moretum. Bonon 1473. Libellus isagogicus Abdilazi, id est, Servi gloriosi Dei, qui dicitur Alchabitius, ad magisterium judiciorum astrorum, interpretatus ab Jo. Hispalenis. Venet. 1485.

[34]) Vergl. Joseph Scaliger aus dem Rigordo: in Prolegom. ad Massil. pag. 9.

[35]) Dyse Practica vnnd / Prognostication ist ge- / truckt worden zu Mencz im **M : CCCC : XCII** Jar. vnd wert bis / man zelt **M. D. LVII** jar . . . 1488.

[36]) Eine Besprechung dieses Büchleins mit Inhaltsangabe und mehreren Citaten giebt das Augustheft der Deutschen meteorologischen Zeitschrift (1884).

[37]) Vergl. Hellmann: Repertorium. Anon. 61. pag. 555.

[38]) Luca Gaurica; Vergl. Kopp: Einiges über Witterungsangaben. pag. 78.

[39]) Cyprian Leowitz: Loca stellarum fixarum ab anno 1349 usque ad annum 3029.

[40]) Siehe Anselm Ellinger: „Von den bisherigen Versuchen über längere Voraussicht der Witterung, Vorlesung in der öffentlichen Versammlung der Kgl. bayr. Akademie der Wissenschaften zur Feier des Maximilianstages im Jahre 1813. pag. 10.

[41]) Pico de Mirandula: Disputatio adversus astrologiam divinatricem. Lib. XII. Bonon. 1495.

[42]) Vergl. Günther: Der Einfluss etc. pag. 50 Anm., und Ellinger: „Von den Versuchen etc.“ pag. 10.

[43]) Tycho Brahe: „Résumé d'un Journal météorologique tenu à Uraniborg par le célèbre Astronome Tycho Brahe pendant la période 1582—1597.“ Copenhagen. 1876. — In der Einleitung zu seiner Beobachtungssammlung („Historia coelestis“) bemerkt Tycho Brahe: „Auch auf die Astrologie, welche die Wirkungen der Gestirne untersucht, habe ich nicht geringe Mühe verwendet, um sie von den Fehlern und abergläubischen Ansichten zu reinigen, und mit der Erfahrung, auf welcher sie begründet sein soll, in Uebereinstimmung zu bringen. Denn ganz scharfe Verhältnisse, die mit geometrischen und astronomischen Wahrheiten in eine Kategorie gestellt werden können, aufzufinden, halte ich nicht wohl für möglich. In meiner Jugend war ich mit dem prognostischen Theile der Astronomie eifrigst beschäftigt, gab sie aber auf, um zuerst die Bewegungen der Gestirne, auf welche sie sich stützt, genauer zu untersuchen. Nachdem ich diese Bewegungen erforscht hatte, nahm ich jene Wissenschaft wieder auf, und überzeugte mich, dass sie, so sehr sie nicht blos im gemeinen Leben, sondern auch von vielen Gelehrten, sogar von einigen Mathematikern gering geschätzt wird, doch mehr Gewissheit gewährt, als man glauben möchte, und zwar sowohl was die meteorologischen Prophezeihungen, als auch die Horoskope betrifft. Ich habe übrigens, auf die Erfahrung selbst mich stützend, ein anderes System als das gewöhnliche eingeführt. — Aber solche astrologische Kenntnisse, obwohl ich nicht wenig darin gearbeitet habe, theile ich nicht gerne mit, weil nicht alle einen angemessenen Gebrauch davon, ohne Aberglauben und Vermessenheit zu machen wissen.“ (Vergl. Lamont: Astronomie und Erdmagnetismus. Stuttgart 1851. pag. 180.) Die Berufung Tycho's nach Prag ist wahrscheinlich dem Umstande zu danken, dass der Kaiser Rudolph ein Freund der Astrologie war.

[44]) Vergl. A. Brocard: „Essai sur la météorologie de Kepler. Note additionnelle: Météorologie de Werner et de Tycho Brahe.“ Grénoble 1879 et 1881.

[45]) Kepler: Ueber seine astro-meteorologischen Ansichten geben nach Hellmann (pag. 234) Aufschluss: a) Literae Kepleri de rebus astrologicis. Kepleri opera omnia ed. Ch. Frisch, Francoforti 1858—70. 8 Bde. Bd. I. — b) Calendarium in annum 1598 et 1599 ib. Bd. I. — c) De fundamentis

astrologiae certioribus nova dissertatiuncula ad cosmotheoriam spectans cum prognosi physica anni ineuntis a nato Christo 1662. Pragae 1602. Ib. Bd. I. — d) Iudicio de trigono igneo 1603. Ib. Bd. I. — e) Discurs von der grossen Conjunction etc. Lintz 1623. Ib. Bd. VII.

[46]) Kepler bemerkt im I. Bd., dass die Mathematicorum salaria so seltsam und gering seien, dass die Mutter Astronomie sicher Hunger leiden würde, wenn ihr närrisches Töchterlein die Astrologie sich nichts erwürbe.

[47]) Der Lebensstern Wallensteins war der bleiche feindselige Saturn. Vergl. hiemit Act V. 5.

[48]) Uranophilus Cyriandrus. Dem Titel dieses Buches: „Historia Meteorologica etc.“ ist die Inhaltsangabe beigefügt: „Darinnen Erstlich demonstrirt wird, ob und wie das tägl. Gewitter mit dem Gestirn übereintroffen, vnd wornach solches geschehen sey oder nicht? Zum andern, Eine Probe durch die vorgestellten 24 Jahr eines jeden Aphorismi, ob und wie vielmahl es zutroffen oder nicht vnd warumb? Zum dritten, Eine beleuchtung der gemeinen Bawren Reguln, so etzlichen der löblichen Kunst der Meteorologiae vorgezogen werden wollen. Sampt etzlichen angehengten, schönen und sehr wichtigen Fragen, von himlischen und Elementarischen Dingen, vnd deren erörterung. Alles zur Rettung der bisher sehr beschimpfften Meteorologiae, dem Kunstliebenden vnd Prognosticanten aber zu gefallen vnd mächtiger vorarbeit sich künfftig besser in der Natur vmbzusehen, gestellet. Durch Uranophilum Cyriandrum der Meteorol. Cultorem.“ Vergl. Hellmann's Repert. pag. 378.

[49]) William Cock Meteorologia oder der rechte Weg vorher zu wissen/ zu beurtheilen die Veränderung der Luft und Abwechselung des Wetters in verschiedenen Ländern. Drinnen auch entdeckt werden die Ursachen/ warum die gemeinen Calenderschreiber so sehr fehlen; und die rechte Weise das Wetter zu erkennen klar und deutlich erwiesen wird. Ein nützlich Werk für Schiffer/ Gärtner/ Landleute/ Reisende/ wie auch alle curieuse Untersucher der Natur/ und insgemein vor alle und jede Personen/ dergleichen bißher noch nicht zu finden. Aus der englischen Sprach in's Teutsche übersetzt. Hamburg. In Verlegung, Gottfried Liebezeit. Buchhändler 1691. In diesem Buche ist der Uebersetzer nicht genannt, ist aber nach der Ausgabe Stahl's (1715) offenbar Schlüter, indem beide Uebersetzungen, die mir vorliegen, identisch sind. Der Titel der letzteren Ausgabe ist: „Georg Ernst Stahls Einleitung zu der neueren Meteoroscopie oder Witterungsdeutung nach William Cocks Grund Reguln und Tit. Herrn Mathaei Schlüters/ vornehmen JCti und Hochansehnlichen Senators der Kayserl. Freien Reichs-Stadt Hamburg, curieusen Anmerkungen/ wodurch jeder gemeine Mann/ ohne einige Schwierigkeit, nach denen in gemeinen Calendern verzeichneten Aspekten von erfolgenden Witterungsänderungen, mit großer Gewißheit und zuverläßigem Erfolg zu urtheilen erlernen kan. Halle/ in Verlegung des Waysenhauses 1716.“

[50]) Vergl. Hellmann: Repertorium. pag. 244.

[51]) Christoph von Helwig's hundertjähriger Kalender etc. Neue ganz veränderte Auflage. Leipzig, Müllersche Buchhandlung 1786. Herausgegeben von Rüdiger.

[52]) Le triple Almanach, Mathieu (de la Drôme) indispensable à tout le monde, rédigé par les sommités scientifiques et littéraires, orné de vignettes par les premiers artistes. Indicateur du Temps pour 1884. Prix 50 Cts.

[53]) Nikius: Demonstratio, astrologiam meteorologicam systemati mundi physico-geometrico esse contrariam; Vitebergae 1722. Vergl. Günther pag. 50. Anm. 16.

[54]) Johannis Goad: Angli Astrometeorologia sana: sive principia physico-mathematica, quibus mutationum aëris, cometarum, morborum epidemicorum, terrae-motuum aliorumque insigniorum naturae effectuum ratio reddi possit. Opus multorum annorum experientia comprobatum. Londini 1690.

[55]) Herrn Abt Joseph Toaldo Witterungslehre für den Feldbau. Eine von der Kgl. Societät der Wissenschaften zu Montpellier gekrönte Preisschrift. Aus dem Italienischen übersetzt von Johann Gottlieb Steudel. 3. Aufl. 1786. pag. 97.

[56]) Stöwe: Vergl. Ellinger, von den früheren Versuchen etc. pag. 29. Schriften von Stöwe sind: „Erklärungen der Constellationen, welche Erdbeben, Orkane, Donnerwetter und alle Witterungserscheinungen verursachen." Berlin 1791. Anzeige einer allgemeinen interessanten physikalischen Entdeckung. Berlin 1791. Fortgesetzte Anzeigung der Tage des Jahres 1791, welche durch besondere Naturereignisse sich auszeichnen werden, nebst der Constellationstabelle für dieses Jahr. Meteorologische Merkwürdigkeiten.

[57]) Lichtenberg: „Eine kleine Lehre und Wahrnehmung für Meteorologen" (im Götting. Taschenbuch zum Nutzen und Vergnügen für 1795).

[58]) Haberle: Meteorol. Hefte. Bd. I. pag. 69. Andere Schriften von Haberle siehe bei Hellmann pag. 171, wir nennen hier noch: Meteorologisches Jahrbuch zur Beförderung gründlicher Kenntnisse von Allem, was auf Witterung und Lufterscheinungen Einfluss hat. I. Theoret. Meteorologie. II. Prakt. Meteorologie. 2 Jahrgänge. 1810—1811. Weimar 1810 bis 1811.

[59]) Ellinger: Von den bisherigen Versuchen etc. pag. 36 ff. Vergl. auch dessen „Beiträge über den Einfluss der Himmelskörper auf unsere Atmosphäre. München 1814."

[60]) Pfaff: Astrologie, Nürnberg 1816; astrologische Taschenbücher für die Jahre 1822 und 1823. Erlangen 1822 und 1823. Der Mensch und die Sterne. Erlangen 1834.

[61]) Pfaff: Vergl. Günther etc. pag. 51. Anm. 20.

[62]) Schneider: Siehe Hellmann, Repertorium, pag. 439. Ebendaselbst findet sich auch der Titel seiner Schriften.

[63]) Vergl. Karstner's Archiv. Bd. VI. 391. Vergl. auch Aristoteles Meteor. Lib. III. Cap. 2 u. 3.

[64]) Vergl. Poggendorff: Geschichte der Physik. Leipzig 1879. p. 53.

[65]) Galilei: Dialog. de systemate cosmico. Dial. 4.

[66]) Princip. philosophiae. P. IV. prop. 49.

[67]) Wallis: De aestu maris, opp. T. II. pag. 737 ff. Vergl. auch Gehler's physikalisches Wörterbuch. Bd. I.

[68]) Furnerius: vergl. Poggend. Gesch. d. Phys. pag. 286 u. 375.

[69]) Kepler: Astronomia nova tradita Comment. de motu stellae martis. Prag 1609. Praef.

[70]) Lettres à une princesse d'Allemagne. Lettre 63.

[71]) Newton: Principia philos. nat. mathem. L. III. prop. 24. 36. 37.

[72]) Johann Andreas von Segner. Note sur Jean-André de Segner, fondateur de la météorologie mathématique. Rome 1876.

[73]) Segner: „De mutationibus aeris a luna pendentibus." 1733.

[74]) Kratzenstein: Abhandlung von dem Einfluss des Mondes in

die Witterungen und in den menschlichen Körper. Halle 1747. Vergl. Günther pag. 54.

[75]) Bernoulli: Traité sur le flux et reflux de la mer, in Philosophiae naturalis principia mathem. auct. Newtono perpetuis comment. illustrata communi studio. Le Seur et Jaquier. T. 3. pag. 133. 164.

[76]) d'Alembert: Recherches sur la cause générale des vents. Paris 1747.

[77]) Lambert: „De variationibus altitudinum barometricarum a luna pendentibus. 1760."

[78]) Vergl. Pogg. Ann. 12. pag. 309 und Mém. de l'Académie des scienc. de Berlin 1771.

[79]) Kies: De influxu lunae in partes terrae mobiles. Tubingae 1769. pag. 20 ff. Vergl. Günther pag. 44. Anm. 47.

[80]) Paolo Frisii de gravitate universali corporum libri tres. Mediolani 1768. Lib. II. Cap. VIII.

[81]) Fontana: Atti dell' Accademia di Siena. T. V. An. 1774. Vergl. auch Pogg. Ann. 12. pag. 309.

[82]) Herrn Abt Joseph Toaldo Witterungslehre für den Feldbau. Aus dem Italienischen übersetzt von Johann Gottlieb Steudel. III. Aufl. Berlin 1786.

[83]) Nouveaux Mémoires de l'Académie de Berlin 1778. p. 45.

[84]) Mémoires sur la météorologie pour servir de suite et de supplément au Traité de météorologie publié en 1774 par Cotte. Tome I. pag. 617. Ebendaselbst pag. 100 findet sich ein Auszug aus Toaldo's Buch.

[85]) van Swinden: Journal de Physique, année 1778. T. XII. p. 297; Mémoires de l'Académie de Bruxelles. T. III. pag. 501 und Mémoires sur la météorologie par le père Cotte. T. I. pag. 628. 631.

[86]) De la Mothe: Ibid. und Cotte, Mém. T. I. pag. 631.

[87]) Mayer jr.: Vergl. Cotte, Mém. T. II. p. 471 und T. I. p. 631.

[88]) Luke Howard: Vergl. Gilbert's Annalen der Physik. Bd. 31. pag. 425.

[89]) Vergl. Ellinger: Von den bish. Versuchen etc. p. 17.

[90]) Neue philosophische Abhandlungen der bayerischen Akademie der Wissenschaften. Bd. III ff.

[91]) Steer: Neue philosoph. Abh. der bayer. Akad. d. W. Bd. IV. pag. 151 ff.

[92]) Steer: Witterungsbeobachtungen vom Jahre 1783 bis auf die gegenwärtige Zeit. Landshut und Ingolstadt 1805.

[93]) Laplace: Mécanique céleste. Tome V. pag. 237 und Zusätze zur „connaissance des temps" für 1826; siehe auch Pogg. Ann. Bd. XIII. p. 138 ff. Aus Annales de chim. et de phys. XXIV. p. 281 ff.

[94]) Bouvard: Die ausführliche Abhandlung Bouvard's befindet sich in den Mémoires de l'Académie royale des sciences. T. VII. pag. 167, woraus ein Auszug in Pogg. Ann. Bd. 13. pag. 137 gegeben ist.

[95]) C. Hallaschka: Sammlung der vom 3. Mai 1817 bis 31. Dec. 1827 im K. K. Conviktgebäude nächst dem Piaristenkollegium auf der Neustadt Prag No. C. 856 angestellten astronomischen, meteorologischen und physischen Beobachtungen. Prag 1830. pag. 226.

[96]) Flaugergues: Die Abhandlung Flaugergues findet sich in der Biblioth. universelle T. 36. p. 264, ein Auszug in Pogg. Ann. Bd. 12. pag. 308 ff.

[97]) J. H. Mädler: „Ueber den Einfluss des Mondes auf die Witterung. Separatabdruck aus der Selenographie von Baer u. Mädler. pag. 8.

[98]) Eugen Bouvard: Correspondance mathématique et physique de l'Observatoire de Bruxelles, vergl. Mädler, Selenographie. pag. 9.

[99]) Eisenlohr: Untersuchungen über die Witterungsverhältnisse von Karlsruhe, über die Schwankungen des Barometers und Thermometers zu den verschiedenen Jahreszeiten und über den Einfluss der Winde und des Mondes auf die Witterung. Karlsruhe 1832. — Ueber den Einfluss des Mondes auf die Witterung. Pogg. Ann. XXX. — Ueber den Einfluss des Mondes auf den Barometerstand und die Regenmenge nach 27jährigen Beobachtungen zu Strassburg. Pogg. Ann. XXXV. pag. 141 ff. — Untersuchungen über das Klima von Paris und die vom Monde bewirkte atmosphärische Ebbe und Fluth. Pogg. Ann. LX. p. 161 ff.

[100]) Eisenlohr: Pogg. Ann. XXXV. pag. 141 ff.

[101]) Eisenlohr: Pogg. Ann. LX. pag. 161 ff.

[102]) Mädler: Vergl. Selenographie. IV. pag. 10.

[103]) Kreil: „Versuch den Einfluss des Mondes auf den atmosphärischen Zustand unserer Erde aus einjährigen Beobachtungen zu erkennen." 1841. Aus den Schriften d. kgl. böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften.

[104]) Edw. Sabine: On the Lunar Atmospheric Tide at St. Helena in Phil. Trans. Part. I. 1847; vergl. auch Annalen der Hydrogr. und marit. Meteor. Berlin 1879. pag. 505.

[105]) Elliot: On the Lunar Atmospheric Tide at Singapore. Philos. Transact. 1852.

[106]) Neumayer: On the Lunar Atmospheric Tide at Melbourne 1867. Proced. of the Royal Society of London. Vol. 15. London 1867. pag. 489.

[107]) Bergsma: Lunar Atmospheric Tide, in Observations made at the magnetical and meteorological Observatory at Batavia. Vol. I. 1871 und Vol. III. 1878. Vol. V. 1882.

[107a]) Bei der Correctur fand ich in „Resumen de las observationes meteorologicas hechas en Lima durante el anno de 1869 por Manuel Rouad y Paz-Soldan eine kleine Notiz: Relacion entre el estado de la luna y el barometro. Hiernach beträgt für Lima für den Zeitraum von August 1868 bis December 1869 die barometrische Differenz zu Gunsten der Syzygien $0{,}120^{mm}$ und zu Gunsten des Apogäums $1{,}215^{mm}$; die Differenz der Schwankungen zu Gunsten der Syzygien $0{,}047^{mm}$ und des Perigäums $0{,}076^{mm}$.

[108]) Lüdicke: Der Mondslauf in seiner Wirkung auf atmosphärische Ebbe und Fluth. Zeitschrift der österreichischen Gesellschaft für Meteorologie 1875. pag. 277.

[109]) Streintz: „Uebt der Mond einen nachweisbaren Einfluss auf meteorologische Erscheinungen?" Pogg. Ann. Ergänzungsb. V. pag. 603 ff.

[110]) Jahn: Handbuch der Witterungskunde zur Belehrung und Unterhaltung für alle Stände. Leipzig 1855. pag. 284.

[111]) Vergl. Journal de physique. T. V. p. 270 ff. und T. VII. 363 ff. und Gilbert's Annalen VII. pag. 33.

[112]) Toaldo: Saggio meteorologico della vera influenza degli astri sulle stagioni e mutazioni del tempo. Padova I. 1770, II. 1781, III. 1797.

[113]) Toaldo: Le Saros météorologique ou essai d'un nouveau cycle de retour des saison. Journal de phys. 1782.

[114]) Horsley: Philosoph. Transact. LXV. II.

[115]) van Swinden: Vergl. Cotte, Mémoires sur la météorologie pour servir de suite et de supplément au Traité de météorologie. T. I.

1733. pag. 117: „Examen de cette Théorie (Toaldo) par plusieurs observateurs."

[116]) Lamarck: Vergl. Gilbert's Annalen. Bd. 6. pag 204 ff.: Ueber den Einfluss des Mondes auf den Dunstkreis der Erde vom Bürger Lamarck in Paris; Fischer: Physikalisches Wörterbuch. Bd. 6. pag. 664; Journal de Physique. Tom. III. p. 428.

[117]) Lamarck: Annuaire météorologique pour l'an VIII de la République française. Vergl. auch oben.

[118]) Journal de Physique. T. I. 7. pag. 358; vergl. auch Gilb. Ann. Bd. 6. p. 218.

[119]) Will-Dunbar: Transact. of the Americ. society of Philad. T. 6. P. 1; Gilb. Ann. Bd. 31. pag. 423.

[120]) Pilgram's Untersuchungen etc. pag. 431 ff.

[121]) Gronau: Hat der Mond wirklich den Einfluss auf die Witterung, den man ihm von jeher zuschrieb? in „Der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin, Magazin für die neuesten Entdeckungen in der gesammten Naturkunde." II. Jahrgang 1808. pag. 101 ff.

[122]) Marcet: Seconde notice rélative à l'influence de la lune sur le temps, tiré des Archives des sciences de la bibliothèque universelle. Juillet 1860. Genève 1860.

[123]) Schiaparelli: Sul Clima di Vigevano resultati di osservationi fatte in quaesta citta per 38 anni (1827—1864) dal cavaliere Dott. Siro Serafini calcolati e dedotti. Da G. V. Schiaparelli. Milano 1868. In Documenti e studi sul clima d'Italia raccolti e publicati da una commissione governativa sotto la direzione di C. Matteuci.

[124]) Dade: The Canadian Journal. V. 13; vergl. Zeitschr. d. österr. Gesellsch. für Met. 1875. p. 143 ff.

[125]) Falb: Wetterbriefe. Meteorologische Betrachtungen mit besonderer Berücksichtigung auf die periodischen Ueberschwemmungen im Jahre 1882. Wien 1883.

[126]) Flaugergues: Pogg. Ann. Bd. 12. p. 315 ff.

[127]) G. Schübler: Untersuchungen über den Einfluss des Mondes auf die Veränderungen unserer Atmosphäre mit Nachweisung der Gesetze, nach welchen dieser Einfluss erfolgt. Leipzig 1830.

[128]) Schübler: Grundsätze der Meteorologie in näherer Beziehung zu Deutschlands Klima. Leipzig 1831. pag. 186.

[129]) Schübler: Resultate 60jähriger Beobachtungen über den Einfluss des Mondes auf die Veränderung in unserer Atmosphäre. Karstner's Archiv für Chemie und Meteorologie. Bd. 5. pag. 169.

[130]) J. A. Clos: Études sur la météorologie du pays Toulousain in Annuaire météorologique de la France. 1852. 4. année. pag. 188 ff.

[131]) Poitevin: Essai sur le climat de Montpellier. p. 156.

[132]) Schiaparelli: siehe oben No. 123.

[133]) D. Wierzbicki: Untersuchungen über die klimatographischen Verhältnisse zu Krakau nach 45jährigen Beobachtungen. Einfluss des Mondes auf die Witterung; in Jelinek's Jahrbüchern der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus. Neue Folge. VII. Bd. Jahrgang 1870.

[134]) Everets: Bibliothèque universelle de Genève, April 1836, siehe Mädler, Selenographie. pag. 5.

[135]) J. P. van der Stok: Regenwaarnemingen in Nederlandsch-Indie. Jaarg. IV. Batavia 1883. pag. 338 u. 339.

[136]) Cotte: Mémoires. I. pag. 120.

[137]) Pilgram: Untersuchungen etc. pag. 435.

[138]) Baumann: Untersuchungen über monatliche Perioden in den Veränderungen unserer Atmosphäre. Inaugural-Dissertation vorgelegt unter dem Präsidium von Schübler. Tübingen 1832.

[139]) Eisenlohr: Pogg. Ann. Bd. 30.

[140]) Eisenlohr: Klima von Karlsruhe. pag. 69 und Karstner's Arch. für Chemie und Meteorologie. Bd. VI. pag. 240.

[141]) Buys Ballot: De invloed der maan op de helderheit des hemels. Overgenomen uit den Algemenen Konst. en Letterbode No. 30 van het jaar 1853.

[142]) Schiaparelli: siehe oben No. 123; vergl. auch Zeitschrift der Oesterr. Gesellsch. für Meteorologie. Bd. II. p. 285 und Bd. IV. p. 169.

[143]) J. Baxendell: On the Meteorological Effects of the position of the Moon with respect to the Sun. Proc. of the Manchester. Lit. and Philos. Society. Vol. 18. 1878/79. Vergl. Zeitschr. der Oesterr. Gesellsch. 1881. p. 495.

[144]) Richter und Köppen: Deutsche meteorologische Zeitschrift. 1885. p. 33.

[145]) Cotte: Mémoires. I. pag. 125.

[146]) Cotte: Mémoires. II. pag. 80 ff.

[147]) Schübler: Untersuchungen über den Einfluss des Mondes etc. pag. 22.

[148]) Eisenlohr: Pogg. Ann. Bd. 30. pag. 72 ff. Vergl. E. E. Schmid: Lehrbuch der Meteorologie. Leipzig 1860. pag. 593.

[149]) Eugen Bouvard: Corresp. mathém. et phys. de l'observat. de Bruxelles. Vergl. Mädler, Einfluss des Mondes auf die Witterung. pag. 7.

[150]) A. H. Emsmann: Untersuchungen über die Windverhältnisse zu Berlin. Ein Beitrag zur Meteorologie. Frankfurt a/O. 1839. pag. 16.

[151]) H. Wild: Repertorium für Meteorologie, herausgegeben von der kaiserl. Akademie der Wissenschaften, redigirt von H. Wild. Bd. VIII. 1883. No. 5. M. Rykatschew, Le flux et reflux de l'atmosphère d'après les observations anémométriques faites à l'observatoire physique central de St. Petersbourg. No. 8. A. Belikow, Ueber die Fluth und Ebbe in der Atmosphäre nach den Anemographenaufzeichnungen des physikalischen Centralobservatoriums in St. Petersburg.

[152]) Ernst Leyst: Ueber den Einfluss des Mondes auf die Geschwindigkeit der Luftströmungen in St. Petersburg. Russische Revue Bd. 21. pag. 481 ff. Vergl. Zeitschr. d. Oesterr. Gesellsch. f. Meteor. 1884. p. 142.

[153]) Herzberg: Magazin for naturvidenskaberne. II. Jahrg. Bd. I. pag. 168 ff. Christiania 1824.

[154]) Prestel: Zeitschr. der Oesterr. Gesellsch. für Meteor. Jahrg. 1874. pag. 261 ff.

[155]) Wiggins: Vergl. „Das Wetter“, meteorolog. Monatsschrift für Gebildete aller Stände; herausgeg. von R. Assmann. Magdeburg. Jahrgang 1884. pag. 168 ff.

[156]) Eine eingehendere Darstellung dieses Gegenstandes mit umfassendem Literatur-Nachweise findet sich in Schmid's Meteorologie. pag. 100 ff.

[157]) Poisson: Théorie mathématique de la chaleur. Paris 1835. No. 227. p. 513.

[158]) Vergl. Hann: Handbuch der Klimatologie. Stuttgart 1883. pag. 91.

[159]) Eine ausführliche Besprechung dieses Gegenstandes findet sich

in Comptes Rendus. T. 69. pag. 920, 960, und eine hieran anknüpfende Abhandlung in der Zeitschr. der Oesterr. Gesellsch. für Meteorol. 1870. p. 353 ff., welch' letzterer wir der Hauptsache nach folgen.

[160]) de la Hire: Vergl. Cotte: Traité de la météorologie. Paris 1774. Liv. IV. pag. 268 und Mém. de l'académie des sciences. 1774. pag. 3.

[161]) Bouger: Essai d'optique sur la gradation de la lumière. 2. édit. pag. 256.

[162]) Pictet und Prevost: Bibl. univers. T. 19. pag. 35.

[163]) Herrschel: l'Inst. No. 620, 22, 23.

[164]) Forbes: On the Refraction and Polarisation of Heat. pag. 7. (Edinburgh Phil. Trans. T. XIII.)

[165]) Tyndall: Philos. Magazin. T. 22. pag. 377; Pogg. Ann. Bd. 94. pag. 632.

[166]) Howard: Sill. Americ. Journ. T. II. p. 329.

[167]) Watt: Edinb. New. Phil. Journ. No. 19. pag. 325.

[168]) Melloni: Compt. Rend. T. 22. pag. 541. Pogg. Ann. Bd. 68.

[169]) Rosse: Compt. Rend. T. 69. pag. 706.

[170]) Maquer: Cotte, Traité météor. pag. 380.

[171]) Musschenbroek: Cours de physique expérimentale, nouv. édition. T. II. pag. 335. Vergl. Cotte mémoires. T. I. p. 121.

[172]) Pilgram's Untersuchungen etc. pag. 441.

[173]) Schübler: Untersuchungen üb. den Einfluss d. Mondes. p. 60 ff.

[174]) Buys Ballot: Pogg. Ann. Bd. 70. pag. 163.

[175]) Buys Ballot: Pogg. Ann. Bd. 84. pag. 530.

[176]) J. Park Harrison: The moons influence over the temperature of the air; from the Proceedings of the British Meteorological Society 1862. January 15.

[177]) J. Park Harrison: Lunar influence on the temperature of the air. By J. Park Harrison: From the Report of the British Association for the Advancement of the Sciences for 1859.

[178]) Zenger: On the periodic change of climate caused by the moon (from the London, Edinburgh and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science; fourth Serie No. 239. Juni 1868). Zenger schliesst aus seiner Reihe auf eine seculäre Erhöhung der Temperatur, hervorgebracht durch eine andere, vom Monde unabhängige Ursache, welche wahrscheinlich von einer Sonnenwirkung auf die Atmosphäre bei Aenderung der Schiefe der Ekliptik herrührt. Diese berechnet er für 100 Jahre auf $2-2^1/_2{}^0$ (Glaisser fand die seculäre Aenderung für London $= 1{,}1^0$ C.).

[179]) Balfour Sewart: On the Variations of Daily Range of atmospheric Temperature as recorded at the Kew Observatory. Proc. Royal Soc. Vol. 25; vergl. Zeitschr. der Oesterr. Gesellsch. 1878 pag. 347 und 1881 pag. 495.

[180]) Chambers Charles: Sun-spots and Terrestrial Phenomena. I. On the Variations of the Daily Range of atmospheric Temperature. II. On the Variations of the Magnetic Declination, as recorded at the Colaba Observatory, Bombay. Proceedings of the Roy. Society. XXXIV.; vergl. Zeitschr. der Oesterr. Gesellsch. 1884. pag. 427.

[181]) Plutarch: Physikalische Lehrsätze der Philosophen. III. Frage 2. Uebersetzung von Schnitzer.

[182]) Plinius: Histor. Nat. Lib. II. 23.

[183]) Vergl. die treffliche Darstellung in Littrow: Wunder des Himmels. Stuttgart 1854. pag. 437 ff. — Dem Wahne seiner Zeit hul-

digend, verkündigte Kepler als wahrscheinliche Folgen der Kometen von 1607 und 1618 Trockenheit, Missernte und Theuerung, Ueberschwemmungen, Kriege und Religionszwistigkeiten. Nachdem er die natürliche und sympathetische Bedeutung des Kometen von 1607 berührt hat, sagt er: „was drittens die Bedeutung des Kometen betrifft, in soferne als er von einem vernünftigen Geiste gesendet zu betrachten ist, so will ich nur das Gewissere und Geeignetere erwähnen. Denn was soll ich allein gegen die allgemein angenommene Meinung des Menschengeschlechts, die jeder nach seiner Auffassungsweise durch zahlreiche Geschichten zu unterstützen bereit ist, ausrichten? Ich behaupte also, dass Gott diesen Kometen unter den Sternen uns hat erscheinen lassen, damit er Allen und Jeden von der Sterblichkeit der Menschen Zeugniss gebe, und uns erinnere, es sei von Gott beschlossen worden, einen Theil der Menschen aus allen Ständen und durch verschiedene Wegen des Schicksals aus dieser Welt zu entfernen: dieses sei ebenso gewiss überhaupt, als es für jeden Einzelnen ungewiss sei: es gelte hier kein Vorrecht des Starken vor dem Schwachen, des Jünglings vor dem Greise, und was am meisten bedauernswerth ist, kein Vorrecht des Sterndeuters vor denen, die sich von ihm ihr Schicksal verkünden lassen etc." — Auf den Kometen von 1618 liess der König von Dänemark eine Medaille prägen, worauf ein Komet und darunter eine um Erbarmen flehende Menschenmenge zu sehen war mit der Inschrift: „Gott gieb, dass uns dieser Kometstern Besserung unseres Lebens lern'. 1618." Vergl. Lamont, Astronomie. p. 181.

[184]) Pilgram's Untersuchungen etc. pag. 321—337.

[185]) Plutarch: Physik. Lehrsätze des Philosophen. Buch III. c. 2.

[186]) Seneca: Naturbetrachtungen. B. I. c. 1. (Deutsch von Moser.)

[187]) A. Erman: Ueber einige Thatsachen, welche wahrscheinlich machen, dass die Asteroïden der Augustperiode sich im Februar und die der Novemberperiode im Mai eines jeden Jahres zwischen der Sonne und der Erde, auf dem Radius vector der letzteren befinden. Pogg. Ann. Bd. 48. pag. 582 ff.

[188]) Brandes: Beiträge zur Witterungskunde. pag. 11.

[189]) Hellmann: Ueber den jährlichen Gang der Temperatur in Norddeutschland in der Zeitschr. des königl. preuss. statistisch. Bureaus. Jahrg. 1883.

[190]) Mädler: Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gartenbaues in den preussischen Staaten. Berlin 1834. pag. 377 ff.

[191]) Vergl. van Bebber: Die gestrengen Herren, in Zeitschrift der Oesterr. Gesellsch. für Meteorol. 1883. pag. 145 ff.

[192]) Dove: Abhandlungen der Berliner Akademie aus dem Jahre 1856. pag. 121 ff. — Vergl. auch Buys Ballot: Nog een woord over Asteroïden-Invloed op de temperatur in mei en februari; overgedrukt uit de Verslagen en mededeelingen der koniglijke Akademie van Wetenschappen. Afdeeling „Naturkunde" 2. Reeks, Deel X. 1876. Die Abhandlung bezieht sich auf die Temperaturen von Brüssel (1835—72) und Chiswick (1826—69). Die Untersuchung für Helder befindet sich in derselben Publikation 2. Reeks, Deel IX. pag. 284.

[193]) Assmann: Die Kälterückfälle des Mai. Magdeburger Zeitung. 1882.

[194]) v. Bezold: Die Kälterückfälle im Mai, in den Abhandlungen der königl. bayerischen Akademie der Wissenschaften. II. Cl. XIV. Bd. II. Abth. 1883.

[195]) Wild: Mélanges physiques et chémiques tirés du bulletin de l'Académie impériale des sciences de St. Pétersbourg. Tome IX.

[196]) Lockyer: Nature Bd. VII. pag. 98 ff.; vergl. Zeitschr. der Oesterr. Gesellsch. für Meteorologie. 1873. pag. 81.

[197]) Herschel: Philos. Trans. 1801; vergl. auch Müller's Kosmische Physik.

[198]) Harriot: Account of Harriots Astrom. Papers in Suppl. zu J. Bradleys Miscell. Works. Oxf. 1833.

[199]) J. Fabricius: De maculis in sole observatis. Wittenberg. 1611.

[200]) Scheiner: Tres epistolae de maculis solaribus. Augsb. 1612.

[201]) Vergl. Littrow: Wunder des Himmels. pag. 269.

[202]) R. Wolf: Astronomische Mittheilungen. No. XXXIII u. XXXVI.

[203]) Köppen: Ueber mehrjährige Perioden der Witterung in Zeitschr. der Oesterr. Gesellsch. für Meteorologie. 1873.

[204]) F. G. Hahn: Ueber die Beziehungen der Sonnenfleckenperiode zu meteorologischen Erscheinungen. Leipzig 1877.

[205]) Vergl. die treffliche, von der holländischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Haarlem 1878 gekrönte Preisschrift von Hermann Fritz: Die Beziehungen der Sonnenflecken zu den magnetischen und meteorologischen Erscheinungen der Erde; in „Naturkundige Verhandelingen der Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen. 3. Verz. Deel III. 1878." Ich habe diese Abhandlung hier vielfach benutzt.

[206]) Riccioli: Almagestum novum, Bonon. 1651; Wolf's Sonnenfleckenliteratur. No. 158.

[207]) Dechales: Cursus seu mundus mathemat. Ed. II. Lugd. 1690.

[208]) Herschel: Observations tending to investigate the Nature of the Sun.

[209]) Herschel: Philos. Transact. of the Royal Society of London for the Year 1801. T. I. p. 313.

[210]) Gruithuisen: Naturwissensch. und astronom. Jahrbücher. Jahrg. VI. 1843 bis IX. 1846.

[211]) Flaugergues: Wolf's Sonnenfleckenliteratur, 164; vergl. Hahn, pag. 21.

[212]) Nervander: Ueber das Dasein einer bisher unbekannten Variation der Sonnenwärme; aus Bullet. de la classe phys. mathém. de l'acad. de St. Petersbourg. T. III. pag. 1. Pogg. Ann. Bd. 68. p. 188 ff.

[213]) Buys Ballot: Ueber den Einfluss der Rotation der Sonne auf die Temperatur unserer Atmosphäre, in Pogg. Ann. Bd. 68. pag. 205 ff. und Buys Ballot: Changements périodiques des Températures dependants du soleil et de la lune déduits d'observations néerlandaises de 1729 à 1846. Utrecht 1847.

[214]) Buys Ballot: Die Rotationszeit der Sonne aus Beobachtungen zu Danzig bestätigt. Pogg. Ann. Bd. 84. pag. 521 ff.

[215]) Lamont: Ueber den Einfluss der Rotation der Sonne um ihre Axe auf die atmosphärische Temperatur. Pogg. Ann. Bd. 37. p. 129 ff.

[216]) Buys Ballot: Bemerkungen zu dem Ergebnisse aus den Hohenpeissenberger Beobachtungen. Pogg. Ann. Bd. 87. pag. 541 ff.

[217]) Gautier: Untersuchung über den Einfluss, welchen die Anzahl und das Verweilen der in der Sonnenscheibe beobachteten Flecke auf die Temperatur an der Erde ausüben können (Ann. de Chémie et de phys. S. III. T. XII. pag. 57), in Pogg. Ann. Bd. 68. pag. 91 ff.

[218]) Henry: Phil. Mag. Ser. III. Vol. XXVIII. pag. 230; Pogg. Ann. Bd. 68. pag. 102.

[219]) Secchi: Silliman's Journal. Vol. 49. p. 405.

[220]) Fritsch: Bericht der k. k. Akademie der Wissenschaft. in Wien. Bd. 9. Druckschriften 1854.

[221]) K. G. Zimmermann: Mittheilungen zur Bestätigung des von Herrn R. Fritsch gelieferten Nachweises einer seculären Aenderung der Lufttemperatur; in Pogg. Ann. Bd. 98. pag. 307 ff.

[222]) Wolf: Astronomische Mittheilungen IX. und XXXIV. und Vierteljahrszeitschrift der naturf. Gesellschaft in Zürich. IV. p. 213.

[223]) Piazzi Smith: Astronom. Observ. made at the Roy. Observ. Edinburgh, Vol. XIV. 1870—77.

[224]) Stone: Proceedings of the Roy. Soc. of London. XIX. p. 389 ff. Vergl. Hahn: Ueber die Beziehungen der Sonnenflecken etc. pag. 26.

[225]) Celloria: Reale Istituto Lombardo di Scienze e Lettere. Rendisconti. Serie II, vol. 6. Vergl. Wolf's Astronom. Mittheilungen. XXXIV. p. 146, worin die Jahrestemperatur und die Regenmenge der ganzen Mailänder Reihe wiedergegeben sind. Vergl. auch Zeitschr. der Oesterr. Gesellsch. für Meteorologie. 1873. pag. 332.

[226]) Weilenmann: Schweizerische meteorolog. Beobacht. Jahrg. III. Vergl. Fritz pag. 66.

[227]) Baxendell: Zeitschr. der Oesterr. Gesellsch. für Meteor. 1874. pag. 45. Siehe auch neue Serie der Memoirs of the Literary and Philos. Soc. of Manchester. Bd. IV.

[228]) W. Köppen: Ueber mehrjährige Perioden der Witterung, insbesondere über die 11jährige Periode der Temperatur. Vorläufige Mittheilung in der Zeitschr. der Oesterr. Gesellsch. für Meteorol. 1873. p. 241 ff. Fortsetzung findet sich in derselben Zeitschrift. 1881. pag. 140.

[229]) Tomaschek: Wolf, Astronom. Mitth. No. XXI.

[230]) Dufour: Notes sur le problème de la variation du Climat in Bull. de la soc. Vaud. de scienc. nat. B. X.

[231]) Sartorius: Der nassauische Weinbau, in Zeitschr. des k. preuss. stat. Bureaus. Jahrg. 11. 1871.

[232]) Auf Grund dieser Resultate gründete Köppen folgende Prognose: „Ist die hier aufgestellte Regel richtig und ihr Eintreffen 1740 bis 1857 nicht blosser Zufall, d. h. Ausdruck vollkommen anderer Gesetze, so haben wir um 1857 + 18 = 1875 ein sehr kaltes Jahr zu erwarten,“ eine Prognose, welche vollständig bestätigt wurde. Hierüber äussert sich Köppen später in der Zeitschr. der Oesterr. Gesellsch. für Meteorol. 1881 pag. 192: „Es ist gewiss ein merkwürdiger Umstand, dass die 27 + 18 = 45jährige Periode, auf welche ich in meinem früheren Aufsatze im Jahre 1873 aufmerksam machte, auf der einen Seite durch das kalte Jahr 1875 auf's schönste bestätigt erscheint, auf der anderen aber vor dem Jahre 1695 sich durchaus nicht erkennen lässt. Es ist klar, dass, so lange dieser Widerspruch keine Klärung gefunden hat, eine irgendwie sichere Prognose der strengen Winter aus ihrer Periodicität unmöglich ist.“

[233]) Köppen: Zeitschr. der Oesterr. Gesellsch. für Meteorol. Jahrg. 1880. p. 279 und 1881. p. 140.

[234]) Wolf: Astronom. Mittheilungen. No. 34. pag. 140 ff.

[235]) J. G. Galle: Grundzüge der schles. Klimatologie. Breslau 1857. pag. 79.

[236]) Paris, Annuaire météorol. p. l'an. 1876. Bremen, Abhandl. des naturwissensch. Vereins zu Bremen, Beilagen 4 u. 5. Breslau, siehe vorige Nummer.

[237]) Roscoe and Steward: On Heat of Sunshine at London during the years 1855 to 1874 registered by Campell's method in Proceed. of Roy. Soc. Bd. 23. Juni 1875.

[238]) Blanford: Sonnenstrahlung und Sonnenflecken. Zeitschr. der Oesterr. Gesellsch. für Meteorol. 1875. p. 262; vergl. auch „Nature". Vol. XII. p. 147 u. 183.

[239]) Balfour Steward: On the Variations of the Daily Range of Atmospheric Temperature as recordet al the Kew Observatory, in Proceedings of the Royal Society. 1877. Vol. XXV. pag. 577 ff.

[240]) J. Liznar: Ueber die Beziehung der täglichen und jährlichen Schwankung der Temperatur zur 11jährigen Sonnenfleckenperiode; aus dem 82. Bande der Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften. II. Abth. Nov.-Heft. Jahrg. 1880. p. 864 ff.; vergl. auch Zeitschr. der Oesterr. Gesellsch. für Meteorol. 1882. pag. 495 ff.

[241]) Liznar: Annuaire de l'observatoire de Montsouris pour l'an 1878.

[242]) Chambers, Charles: siehe oben No. 180; vergl. Zeitschr. der Oesterr. Gesellsch. für Meteorol. 1884. p. 426.

[243]) Hahn: Neue Untersuchungen über den Einfluss der Sonnenfleckenperioden auf meteorologische Verhältnisse. Zeitschr. der Oesterr. Gesellsch. für Meteorologie. 1878. p. 33 ff.

[244]) C. Hornstein: Sitzungsberichte der mathem-naturwissensch. Classe. Bd. 65. pag. 391; vergl. Hahn, pag. 163 und Fritz, pag. 178.

[245]) Forssman: Des Relations de l'aurore boréale et des perturbations magnétiques avec les phénomènes météorologiques, in Nova act. societ. scientiarum. Upsal. Ser. III. Vol. VIII. 1873.

[246]) Teisserenc de Bort: Recherches sur la position des centres d'action de l'atmosphère dans les hivers anomaux in Annales du bureau centr. météor. de France. Année 1881. Paris 1883; vergl. mein Referat hierüber in der Deutsch. meteorol. Zeitschr. 1884. Heft 1 u. 2.

[247]) Hill: Ueber eine 10jährige Periode in der jährlichen Aenderung der Temperatur und des Luftdrucks in Nordindien; vergl. Zeitschr. der Oesterr. Gesellsch. für Meteorologie. 1879. p. 301.

[248]) Blanford: On the barometric see-saw between Russia and India in the sun-spot cycle; Nature Vol. 21. March 18. 1880; vergl. Zeitschr. d. Oesterr. Ges. f. Met. 1880. p. 153.

[249]) Vergl. hierzu Hann's Bemerkungen in der Zeitschr. d. Oesterr. Ges. f. Met. 1880. pag. 158.

[250]) Fred. Chambers: sun-spots and weather, in Nature Vol. 18. pag. 567.

[251]) Chambers: Anormal variations of barometric pressure in the tropics and their relation to sun-spots, rainfall and famines in Nature Vol. 23. p. 88, Auszug in Zeitschr. d. Oesterr. Gesellsch. f. Met. 1881. pag. 156.

[252]) Philos. Trans. for 1870.

[253]) Broun: Sun-spots, atmospheric pressure and the sun's heat: in Nature Vol. 19. pag. 6.

[254]) Hill: Atmospheric pressure and solar Heat, Nature Vol. 19. pag. 432.

[255]) Archibald: Barometric pressure and Sun-spots in Nature Vol. 20. pag. 28; vergl. Zeitschr. d. Oest. Ges. 1881. pag. 158.

[256]) Wolf: Astron. Mittheilungen. No. 21.

[257]) Meldrum: Nature. Sept. 1873; vergl. Fritz etc. pag. 185 ff.

[258]) Meldrum: On Cyclone and Rainfall Periodicities in Connection

with the sun-spot Periodicity in monthly notices (New Series No. 11) der Meteor. Society of Mauritius. Vergl. Fritz pag. 187 u. Zeitschr. d. Oester. Ges. 1877. p. 249.

[259]) Poey: Compt. rend. T. 77. pag. 1223.

[260]) Piddington: Dove, Gesetz der Stürme. Karte IV.

[261]) Rühlmann: Allgem. Maschinenlehre. Bd. I.

[262]) Galle: Grundzüge der schlesischen Klimatologie.

[263]) Greenwich magnet. and meteorol. Observ.

[264]) Hunter: The cycle of sun-spots and rainfall in Nature Vol. 16. pag. 455 ff.

[265]) Hübner's Jahrbuch der Statistik.

[266]) Main: Results of Meteorological Observations. Oxford 1868.

[267]) v. Freeden: Compt. rend. Bd. 77. p. 1222 u. 1343. Heis Wochenschrift 1874. No. 6.

[268]) Hornstein: Abhängigkeit des Windes von den Perioden der Sonnenflecken; Sitzungsberichte der Akad. der Wissensch. in Wien vom 21. Juni 1877.

[269]) Meldrum: On a supposed Periodicity of the rainfall, read for the Meteorological Soc. of Mauritius 10. October 1872; vergl. Zeitschr. der Oesterr. Ges. für Meteor. 1873. p. 31.

[270]) Lockyer: Nature Vol. VII.

[271]) Vergl. Monthly Notices; Nature Vol. 7. vergl. Zeitschr. d. Oest. Ges. 1873. p. 81 und 166. Fritz 111.

[272]) Meldrum: On a Periodicity of cyclones and rainfall in connection with the sunspot Periodicity, in Nature. Vol. 8. p. 495.

[273]) Brocklesby: Association for the advancement of Science, 23. Meeting held at Hartfort. Conn. August 1874; vergl. Zeitschr. d. Oesterr. Ges. f. Met. 1876. p. 157.

[274]) Schott: On the rainfall in the United States (Smithsonian Institution).

[275]) Meldrum: Proceedings of the Royal Soc. Vol. 24. No. 168, 1876, vergl. Klein's Wochenschrift für Astronomie. No. 30 und Zeitschr. d. Oesterr. Ges. f. Met. 1876. p. 298 ff.

[276]) Strachey: On the alleged Correspondence of Rainfall at Madras with the Sunspot Period, and on the True Criterion of Periodicity in a Series of Variable Quantities. Proceedings of the R. Society. Vol. 26. No. 181. Mai 1877. Vergl. auch Nature Vol. 16. p. 171 und Zeitschr. d. Oesterr. Ges. f. Met. 1878. p. 185.

[277]) Lockyer und Hunter: Sunspots and Famines, Nineteenth century. No. 9. 1877.

[278]) Meldrum: Nature. Vol. 17. pag. 448.

[279]) Hunter: Nature. Vol. 17. pag. 58.

[280]) E. D. Archibald: Nature. Vol. 16. p. 396 und 438. Vergl. auch The rainfall of the World in connection with the eleven-year period of sunspots. Calcutta 1878; und Zeitschr. d. Oesterr. Gesellsch. für Met. 1877. p. 391.

[281]) Archibald: Rainfall and sunspots in India. Nature Vol. 16. pag. 438.

[282]) Hill: Variations of rainfall in Northern India. Indian meteorological Memoirs. No. 7; vergl. Zeitschr. d. Oesterr. Ges. f. Met. 1880. pag. 336., vergl. auch Hill: Report on the rainfall of the New Provinces and Oudh. Allahab. 1879.

[283]) Ragona: Regenfall zu Modena und seine Beziehung zu den

Sonnenflecken. Zeitschrift der Oesterr. Gesellsch. für Meteorologie. 1878. pag. 311.

[284]) Doberck: Nature. 17. August 1882; Zeitschr. d. Oesterr. Ges. f. Met. 1882. p. 445.

[285]) Dawson: Nature. Vol. 9. April 1874, vergl. Zeitschr. d. Oest. Ges. 1874. p. 172.

[286]) P. Reis: Die periodische Wiederkehr von Wassersnoth und Wassermangel im Zusammenhang mit den Sonnenflecken, Nordlichtern und Erdmangnetismus. Leipzig 1883 (?). Vergl. Zeitschr. d. Oesterr. Ges. f. Met. 1883. pag. 261 ff.

[287]) v. d. Groeben: Ein Beitrag zum Thema Sonnenflecken und Regenmengen in der Zeitschr. d. Oesterr. Ges. f. Met. 1884. p. 1. ff. und pag. 115 ff.

[288]) Schwabe: Vergl. Astron. Nachrichten. No. 638.

[289]) H. J. Klein: Gaea. Bd. 8. und Zeitschr. d. Oesterr. Ges. 1872. pag. 212.

[290]) Abhandl. des naturf. Vereins zu Bremen. No. 4 Beil.

[291]) Galle: Schlesische Klimatol.

[292]) Vergl. Preceed. of the Roy. Soc. B. 23.

[293]) Stevenson: London, Edinb. and Dublin philosoph. mag. B. 6.

[294]) Weber: Heis, Wochenschrift 1864—69.

[295]) Klein: Ueber die Periodicität der Cirruswolken, Zeitschr. der Oesterr. Ges. f. Met. 1882. pag. 209 ff.

[296]) Tycho Brahe: Meteorol. Dagbog, hold paa Uraniborg for Aarene 1552—1597. Kjöbenhavn 1876.

[297]) Heis: Wochenschr. für Astr. 1874, No. 43.

[298]) Hough: Results of a Series of Meteorol. Observat. made in the State of New-York 1855.

[299]) v. Bezold: Pogg. Ann. Bd. 136, vergl. Zeitschr. d. Oesterr. Ges. f. Met. 1869. p. 488 ff.

[300]) v. Bezold: Ueber gesetzmässige Schwankungen in der Häufigkeit der Gewitter während langjähriger Zeiträume. Sitzungsberichte der math. phys. Klasse der bayerischen Akad. 7. Nov. 1874. p. 284 ff.

[301]) Gutwasser: „Ueber die Blitzschläge auf Gebäude im Königreich Sachsen" in den „Protokollen der 75. Hauptversammlung des sächsischen Architekten- und Ingenieurvereins, vergl. auch Hirzel und Gretschel Jahrb. d. Erf. VIII. p. 191.

[302]) v. Bezold: „Über zündende Blitze im Königreich Bayern während des Zeitraumes 1833 bis 1882". Aus den Abhandl. d. k. bayer. Akad. d. Wiss. II. Cl. XV. Bd. I. Abth. München 1884. p. 11.

[303]) Klein: „Das Gewitter und die dasselbe begleitenden Erscheinungen, etc." Graz 1871. p. 23.

[304]) Fritz: Vierteljahrsschrift der Naturforscher-Gesellschaft in Zürich. Bd. 13.

[305]) G. v. Escher: Memorabilia Tigurina od. Chron. der Denkwürd. des Kant. Zürich 1850—60. Zürich 1870. p. 240. Fritz p. 233.

[306]) Fritz: Schweizerische landwirthschaftliche Zeitung, No. 6, 11 und 12, Vierteljahrschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich und Preisschrift p. 148 ff.

[307]) Im II. Theile werde ich noch die empirischen Untersuchungen über die Aufeinanderfolge von Witterungserscheinungen ohne Rücksicht auf hypothetische Einflüsse zu besprechen haben, indessen wird es schon der Vollständigkeit wegen nicht überflüssig sein, hier Bestrebungen zu

erwähnen, welche darauf hinzielten, langjährige Perioden der Witterung empirisch aufzufinden, ohne hierbei direkt von kosmischen Ursachen auszugehen. Solche Untersuchungen wurden insbesondere durchgeführt von Pilgram und in neuerer Zeit von Köppen (vergl. Zeitschr. d. Oesterr. Ges. f. Meterol. 1881 p. 140, 183 ff.), von welch' letzteren, nach verschiedenen Methoden ausgeführten, wir nur das Endresultat wiedergeben wollen: „Es scheinen nach allem Diesem zwischen den Wintern erster Classe im Allgemeinen die Intervalle von

45, 90, 119 und 129 Jahren ± 1 oder 2

die häufigsten zu sein. Mit den vorher genannten Intervallen und unter sich zeigen diese die folgenden Beziehungen: $30 + 15 = 45$, $2 \times 45 = 90$, $80 + 9 = 90_{-1}$, $90 + 30 = 119 +_1$, während die Intervalle 119 ± 1 und 129 ± 1 beiden Listen gemeinsam sind. Alles in Allem erweist sich das letztgenannte Intervall als das bedeutsamste und am häufigsten wiederkehrende, so dass wir Anlass haben, dasselbe zur Grundlage einer übersichtlichen Anordnung der harten Winter zu machen. In der That gibt das folgende Schema das Auftreten derselben für die letzten sieben Jahrhunderte in verhältnissmässig einfacher Weise wieder*). Mit kleinen in Klammern gestellten Zahlen sind die Abstände kenntlich gemacht vom nächstvorhergehenden Winter des Schemas in horizontaler und verticaler Richtung. Der Uebersichtlichkeit wegen setzen wir dabei dort, wo Gruppen nahe benachbarter strenger Winter vorkommen, blos den hervorragendsten oder den mittleren.

Strenge Winter nach der 130 jährigen Periode geordnet:

A	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	*G*	*H*	*A*
1216 (18)	1234	fehlt (42)	*1276*	fehlt (29)	1305 (11)	1316 (7)	1323	fehlt
	(129)		(132)		(130)	(127)		
fehlt (40)	1363 (29)	1392 (16)	1408 (15)	1423 (12)	1435 (8)	1443	fehlt	fehlt
	(128)		(126)		(130)	(130)		
fehlt (48)	1491	fehlt (43)	*1534*	fehlt (31)	1565 (8)	1578	fehlt (37)	1608
(392)	(133)	(266)	(133)	(261)	(130)	(136)	(393)	(132)
1608 (16)	1624 (34)	1658 (9)	1667 (17)	1684 (11)	1695 (14)	1709 (7)	1716 (24)	1740
(132)	(131)	(131)	(132)	(130)	(135)	(129)	(129)	(135)
1740 (15)	1755 (34)	1789 (10)	1799 (15)	1814 (16)	1830 (8)	1838 (7)	1845 (30)	1875"

[308]) Vergl. Siber: Geschichte der Meteorologie in Karstn. Archiv. Bd. 6. p. 383 ff.

[309]) Eisenlohr: „Untersuchungen über die Zuverlässigkeit und den Werth der gebräuchlichsten Wetterregeln, namentlich der sog. Bauernregeln und Loostage. Nach vieljährigen zu Karlsruhe angestellten Beobachtungen. Karlsruhe 1847."

[310]) Sammlungen von Wetterregeln findet man unter anderem in Pilgram's Untersuchungen; Orphal: die Wetterpropheten im Thierreich, Leipzig 1805, Poppe: der Wetterprophet oder Taschenbach der Luftveränderungs- und Witterungskunde, Leipzig 1832, Gilberts Annalen der Physik, Bd. 44. p. 294 ff.: Vorzeichen des Wetters an Vögeln, vierfüssigen Thieren, Insekten etc. von einem Engländer. Jahn, Handbuch der Witterungskunde, Leipzig 1855, pag. 233 ff.; Müldener: „Das Buch vom Wetter", Leipzig (?). Mommsen: Griechische Jahreszeiten, Heft I. Neugriechische Bauernregeln. Schleswig 1873.

[311]) Ph. Stieffel: Witterungskunde. Mit Rücksicht auf vermuthliche Witterung überhaupt und des Jahres 1842 insbesondere. Karlsruhe 1842.

[312]) Eisenlohr: Vermuthliche Witterung des Jahres 1847. Berechnet im November 1846. Karlsruhe 1846.

---

*) Mit fetter Schrift gedruckt sind die berühmtesten, mit cursiver die am wenigsten hervorzuhebenden Winter.

[313]) Vergl. Fischer: Geschichte der Physik. Göttingen 1801. Bd. I. p. 425 ff.

[314]) Eisenlohr: Untersuchungen über den Zusammenhang des Barometerstandes mit der Witterung im Winter. Nach vieljährigen in Karlsruhe angestellten Beobachtungen.

[315]) van Hasselt: over het verband tusschen den regen en de voorafgaanden weertoestand te Utrecht. Vergl. auch Buys Ballot: Eenige regelen voor aanstaande weersverandering in Nederland.

[316]) Houzean et Lancaster: Traité élémentaire de météorologie. II. édit. 1883. p. 276 ff.

[317]) Müttrich: Das Patenthygrometer von Klinkerfues. Zeitschr. der Oest. Ges. für Meteorol. 1880. p. 170 ff. Vergl. auch Troska: die lokale Wetterprognose auf Grund des Hygrometers in „Das Wetter" 1884. p. 183 ff.

[318]) Mohn: Grundzüge der Meteorologie. Berlin 1879. p. 167.

[319]) Halley: On historical account of the Trade-winds and Monsons etc. Philos. Trans. 1686 u. 87. Vol. 14. pag. 153 ff. Vergl. auch Dampier, Traité des vents. Amsterdam 1701 C. 1.

[320]) Hadley: The cause of the general tradewind. Philos. Trans. 1735. p. 58 ff.

[321]) Kämtz: Lehrbuch der Meteorologie. Bd. I. p. 6.

[322]) Lavoisier: Vergl. Revue des deux Mondes vom 15. Apr. 1874.

[323]) Brandes: Beiträge zur Witterungskunde. Untersuchungen über den mittleren Gang der Wärmeänderungen durch 5 ganze Jahre; über gleichzeitige Witterungsereignisse in weit von einander entfernten Weltgegenden; über die Formen der Wolken, die Entstehung des Regens und der Stürme und über andere Gegenstände der Witterungskunde. Leipzig 1810. pag. 270.

[324]) Dove: Pogg. Ann. XI. pag. 545 ff.

[325]) Dove: Sitzungsbericht der Akademie der Wissenschaften in Berlin vom 10. December 1868. p. 632 ff.

[326]) Vergl. van Bebber: Die moderne Meteorologie, in Sammlung gemeinnütziger Vorträge. Herausgegeb. vom deutschen Verein zur Verbreitung gemeinnütziger Kenntnisse in Prag. No. 42 und 43.

[327]) Buys Ballot: Erläuterung einer graphischen Methode zur gleichzeitigen Darstellung der Witterungserscheinungen an vielen Orten, und Aufforderung der Beobachter das Sammeln der Beobachtungen an vielen Orten zu erleichtern; in Pogg. Ann. Ergänzungsband IV. 1854. Andere, allerdings einer späteren Zeit angehörigen Versuche, die gleichzeitigen Witterungsverhältnisse graphisch darzustellen findet man in: The Weather book, a manual of practical meteorologie, by Rear Admiral Fitz Roy F. R. S. II edition 1863 und Meteorographica or methods of mapping the weather. Illustraded by upwards of 600 printed and lithographed diagrams referring to the weather of a large part of Europe, during the Month of December 1861, by Francis Galton, F. R. S. 1863. In dem ersteren Werke sind hauptsächlich die Entwickelung und Ausdehnung des Polar- und Aequatorialstroms zur Anschauung gebracht; in dem letzteren sind die Temperaturen, Barometerstände (Abweichung von $760{,}7^{mm}$), Richtung und Stärke des Windes und Hydrometeore auf kleinen Kärtchen neben einander graphisch dargestellt. Bei beiden ist das Bestehen des barischen Windgesetzes deutlich zu erkennen.

[328]) Buys Ballot: Vergl. Regelen van weerverendering in Nederland. 1860.

[329]) Buys Ballot: Einiges über Sturmwarnungen in Zeitschrift der Oesterr. Ges. für Met. 1867. pag. 177 ff.

[330]) Diese Behauptung stützte sich auf folgende Stelle: „In 1853 Prof. Coffin arrived at a very (Buys Ballot's law) simular conclusion, saying that in the northern hemisphere a wind arriving from its mean direction always finds the point of maximum pressure on its left, and the minimum to its right; while the reverse is true in the southern hemisphere. There seems to be no exception to this law.“ He further states (Proc. of American Association 1853 pag. 88) that the deflection in this case is 65°. Even before Coffin, Espy expressed similar views, as seen in his „Philosophy of Storms“ and „Meteorological Reports“. Wojeikoff in „Discussion and Analysis of Prof. Coffin's Tables and Charts of the Winds of the Globe,“ July 1875. Smithsonian Contributions to Knowledge 268, Washington Dec. 1875. Vergl. Zeitschr. d. Oest. Ges. für Met. 1885. pag. 95.

[331]) Vergl. Zeitschr. der Oest. Ges. f. Met. 1885. pag. 95.

[332]) Ferrel: An essay on the Winds and the currents of the Ocean, ursprünglich in Nashville Journal of Medicine and Surgery. Vol. XI. No. 4 and 5. October and November 1856 abgedruckt in professional papers of the Signal Office No. 12: Popular essays on the movements of the Atmosphere by Professor William Ferrel. Washington 1882.

[333]) Vergl. Köppen: Die Zugstrassen der barometrischen Minima in Europa und auf dem nordatlandischen Ocean und ihr Einfluss auf Wind und Wetter bei uns. 2 Vorträge in d. Sitz. der Geogr. Ges. in Hamburg am 6. Januar und 3. Febr. 1881.

[334]) Vergl. van Bebber: Auf der Deutschen Seewarte in Krebs: die Physik im Dienste der Wissenschaft, der Kunst und des praktischen Lebens. Stuttgart 1884.

[335]) William Ferrel: An Essay on the Winds and currents of the Ocean, in Nashville Journal of Medicine and Surgery 1856. The Motions of Fluids and Solids relative to the Earth's Surface, in Americ. Journal of Science for 1861; the cause of Low Barometer in the Polar Regions and in the Central Part of Cyclones, in Nature, July 1871; Relation between the Barometric Gradient and Velocity of the Wind, in American Journal of Science, November 1874; Meteorological Researches, Part I: On the mechanics and the general motions of the atmosphere. U. S. Coast Survey Washington 1877; Part. II: Cyclones, Tornados and Water-spouts, in American Journal of Science, July 1881; diese Abhandlungen (ausgenommen Meteorol. researches) finden sich in den vom Signal Office herausgegebenen „Professional papers“ No. XII; die Abhandlung „The motions of fluids etc.“ mit Anmerkungen von Frank Waldo versehen in No. VIII; ein Referat über die „Researches“, part I bringt Thiesen in der Zeitschrift der Oesterr. Gesellsch. für Meteorol. 1879, über part II Sprung ibid. 1882.

[336]) M. R. Rühlmann: Die barometrischen Höhenmessungen und ihre Bedeutung für die Physik der Atmosphäre, Leipzig 1870; vergl. auch Poggend. Ann. Bd. 139 und Monatsberichte der Akadem. Berlin 1869.

[337]) Theod. Reye: Die Wirbelstürme, Tornados und Wettersäulen in der Erdatmosphäre mit Berücksichtigung der Stürme in der Sonnenatmosphäre; Anhang: Die Rechnungen, auf welchen unsere Entwickelungen zum Theil beruhen.

[338]) C. M. Guldberg und Mohn: Ueber die gleichförmige Be-

wegung der horizontalen Lufträume in Zeitsch. d. Oesterr. Ges. f. Met. 1877. p. 49 ff.

[339]) Finger: Ueber den Einfluss der Erdrotation auf die parallel zur sphäroidalen Erdoberfläche in beliebigen Bahnen vor sich gehenden Bewegungen, insbesondere auf die Strömungen der Flüsse und Winde. Sitzungsberichte der k. k. Akademie der Wiss. zu Wien, math. naturw. Classe. II. Abth. 1877. Bd. 76, p. 67.

[340]) Max Ferd. Thiesen: Ueber die Bewegungen auf der Erdoberfläche, in Zeitschr. d. Oesterr. Ges. f. Meteorol. 1879 und 1880. Theorie der Windstärketafel, in Wild's Repert. 1875. Theorie des Robins. Scalenkreuzes, ibid. 1877. Verbreitung der Atmosphäre, Inaug. Diss. Berlin 1878 u. a.

[341]) Chr. Wiener: Ueber die Stärke der Bestrahlung der Erde durch die Sonne in den verschiedenen Breiten und Jahreszeiten. Zeitschr. d. Oesterr. Gesellsch. f. Meteorol. 1879. pag. 113 ff.

[342]) J. Hann: Verschiedene Abhandlungen in der Zeitschr. d. Oesterr. Gesellsch. f. Meteorol.

[343]) Adolf Sprung: Studien über den Wind und seine Beziehungen zum Luftdruck. I. Zur Mechanik der Luftbewegungen, aus dem Archiv der deutschen Seewarte. II. 1879; die Trägheitskurven auf rotirenden Oberflächen als ein Hilfsmittel beim Studium der Luftbewegungen in Zeitschr. d. Oesterr. Gesellsch. f. Meteorol. 1880. Zur Theorie der oberen Luftströmungen ibid. Ueber die Bahnlinie eines freien Theilchens auf der rotirenden Erdoberfläche und deren Bedeutung für die Meteorologie, in Wiedemann's Annalen der Physik und Chemie. 1881. N. F. Bd. 14. pag. 128.

[344]) Wlad. Köppen: Ueber die mechanischen Ursachen der Ortsveränderung atmosphärischer Wirbel. Zeitsch. d. Oesterr. Gesellsch. f. Meteorol. 1880; über den Einfluss der Temperaturvertheilung auf die oberen Luftströmungen und die Fortpflanzung der barometrischen Minima, Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie. Berlin 1882. pag. 657 ff.

[345]) A. Oberbeck: Ueber die Bewegungen der Luft an der Erdoberfläche in Wiedemann's Annalen der Phys. und Chem. N. F. B. 17. pag. 126 ff.

[346]) Marchi: Ricerche sulla theoria mathematica dei Venti, dell Dott. Luigi de Marchi Assistente nella Bibliotheca nazionale di Roma. Estrado dagli Annali della Meteorologia. parte I. 1882. Roma 1883.

[347]) Vergl. Zeitschr. d. Oesterr. Gesellsch. f. Meteorol. 1868. p. 132. 153, 191 (364). „Ueber die Organisation meteorologischer Beobachtungen zu Lande und zur See" nach Edw. Sabine.

[348]) Maritime Conference held at Brussels for divising a uniform system of meteorological observations at sea. August and September 1853. Englische und französische Ausgabe.

[349]) Neumayer: „Bericht über die Pflege der maritimen Meteorologie in Deutschland und bezüglich der Veröffentlichung der Resultate der maritimen Meteorologie zwischen dem königlich niederländischen meteorologischen Institut in Utrecht und der deutschen Seewarte getroffenen Vereinbarungen, erstattet an den zweiten internationalen Meteorologen-Congress in Rom. Hamburg 1879."

[350]) W. v. Freeden und Neumayer: Entwurf eines Organisationsplanes für das nautisch-meteorologische und hydrographische Institut die deutsche Seewarte etc. Berlin 1871.

[351]) Vergl. Zeitschr. der Oesterr. Gesellsch. für Meteorologie. 1872. pag. 193 ff.: Einladung zu einer im August dieses Jahres in Leipzig abzuhaltenden Meteorologen-Versammlung.

[352]) Bericht über die Verhandlungen der Meteorologen-Versammlung in Leipzig. Wien 1872.

[353]) Vergl. Zeitschr. d. Oesterr. Gesellsch. f. Meteorol. 1872. p. 375 ff.

[354]) Bericht über Wettertelegraphie und Sturmwarnungen, abgestattet an den Meteorologen-Congress in Wien von dem dafür auf der Leipziger Conferenz ernannten Comité. Herausgegeben mit Genehmigung der kais. Admiralität als Beilage zu No. 17 der Hydrogr. Mittheilungen und redigirt von Dr. G. v. Boguslawski. Berlin 1874.

[355]) Bericht über die Verhandlungen des internationalen Meteorologen-Congresses zu Wien 2.—16. September 1873, Protokolle und Beilagen. Wien 1873. pag. 30. 32, 71 ff.

[356]) Wie man sich die Wirksamkeit einer solchen Institution zu denken habe, hat Köppen in der Zeitschrift der Oesterr. Gesellsch. für Meteorol. 1872. pag. 17 ff. in gelungener Weise dargethan: Ueber die Errichtung eines internationalen meteorologischen Institutes. Vorschlag an den Wiener meteorologischen Congress. Vergl. auch den Bericht über diesen Congress pag. 5, 22, 50, 82.

[357]) Vergl. Protokolle der Verhandlungen des permanenten Comités, eingesetzt vom ersten Meteorologen-Congress in Wien 1873, Sitzungen in Wien und Utrecht 1873 und 1874, Leipzig. pag. 21—40.

[358]) Report of the Proceedings of the conference on maritime Meteorology held in London 1874; vergl. auch Neumayer: Bericht über die Pflege der maritimen Meteorologie in Deutschland etc.

[359]) Ueber die Sitzung des permanenten Comités für internationale Meteorologie in London 1876 von Dr. C. Bruhns in Leipzig. M. A. N.

[360]) Bericht über die Verhandlungen des zweiten internationalen Meteorologen-Congresses in Rom vom 14.—22. April 1879. Herausgegeben in deutscher Sprache von Dr. Neumayer, Mitglied des internationalen meteorologischen Comités. Hamburg 1880; und: Der zweite internationale Meteorologen-Congress abgehalten zu Rom im April 1879 von Dr. Gustav Hellmann, in der Zeitschrift des kgl. preuss. statistischen Bureaus, Jahrgang 1879.

[361]) Reports of the permanent Committee of the first international meteorological congress at Vienna on atmospheric electricity, maritime meteorologie, weather-telegraphy. Publ. by author. of the meteorolog. council. London 1878. pag. 84.

[362]) Bericht über die Verhandlungen des internationalen meteorologischen Comités. Versammlung in Bern vom 9.—12. August 1880. Hamburg 1881.

[363]) Bericht über die Verhandlungen des internationalen meteorologischen Comités. Versammlung in Kopenhagen vom 1.—4. August 1882. Hamburg 1884.

[364]) Vergl. Humboldt, Monatsschrift für die gesammten Naturwissenschaften. Herausgegeben von Krebs, 1. Jahrgang 1882, van Bebber, Teleometeorographie, und Ciel et terre, 15. October 1881. No. 16.

[365]) Atlas des mouvements généraux de l'atmosphère. Rédigé par l'observatoire impérial de Paris sur les documents fournis par les observatoires et les marines de la France et de l'étranger. Publié sous les auspices du ministre de l'instruction publique et avec le concours de l'association scientifique de France. Paris 1868, 1869.

[366]) Cartes synoptiques journalières embrassant l'Europe et le nord de l'Atlantique construites par N. Hoffmeyer. Copenhagen 1874—80.

[367]) Tägliche synoptische Karten für den atlantischen Ocean und die anliegenden Theile des Continents. Herausgegeben von dem dänischen meteorologischen Institut und der deutschen Seewarte. Copenhagen und Hamburg 1884 ff.

[368]) Vergl. Zeitschr. der Oesterr. Gesellsch. für Meteorologie. 1867. pag. 193 ff. Jelinek: Ueber die Priorität der Anwendung des elektrischen Telegraphen zu den Sturmwarnungen; siehe auch Kreil: Astronomisch-meteorologisches Jahrbuch für Prag. Jahrg. 1843 (erschienen 1842). Im Jahre 1848 bemerkte John Bell auf der Swansea-Zusammenkunft der Britischen Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften, dass es in London schon möglich wäre, nach Verlauf von nur wenigen Stunden Witterungsmittheilungen von den meisten Theilen Grossbritanniens und Europas zu erhalten und dass diese Einrichtung bei den Studien über Stürme und Sturmwarnungen nützlich angewandt werden könnte.

[369]) Vergl. Wojeikof: Zur Geschichte der telegraphischen Wetterberichte in Amerika, in Zeitschr. der Oesterr. Gesellsch. für Meteorol. 1873 pag. 169; siehe auch: Historical Notes on the systems of Weather Telegraphy. American Journal of Science and Art. I. 1871 August.

[370]) Annual report of the chief Signal Office to the secretary of war for the Year 1871 etc. Kürzere Auszüge finden sich in der Zeitschr. der Oesterr. Gesellsch. für Meteorol. 1872 pag. 317, 321, 1873 pag. 124, 140. Eine Zusammenfassung der ganzen Organisation dieses Systems ist in einer kleinen Broschüre veröffentlicht worden: History of the United States Signal Office, Washington City 1883; vergl. auch Bericht über den Römischen Congress, Anhang V. pag. 34 ff.

[371]) Bericht über die Verhandlungen des internationalen meteorologischen Comités. Versammlung in Kopenhagen vom 1. bis 4. Aug. 1882. Hamburg 1882. pag. 59 ff.

[372]) Vergl. Atlas des Mouvements généraux de l'atmosphère. Introduction p. 2. Diese Einleitung enthält einen Bericht über die von Jahr zu Jahr fortschreitende Entwickelung des meteorologischen Dienstes in Frankreich.

[373]) Bulletin international de l'observatoire Impérial de Paris (Suppl. pag. 53—60) in Zeitschr. der Oesterr. Gesellsch. für Meteorologie. 1866. pag. 85.

[374]) Vergl. Zeitschr. der Oesterr. Gesellsch. für Meteorol. Jelinek: Ueber die Priorität des elektrischen Telegraphen zu den Sturmwarnungen. 1877. pag. 193 ff.; vergl. auch Berichte und Verhandlungen der königl. Akademie der Wissenschaften zu Amsterdam. 1857. VII. pag. 75.

[375]) Buys Ballot: Das Aëroklinoskop und Regeln, mittelst desselben die bevorstehenden Aenderungen des Windes mit einiger Wahrscheinlichkeit vorherzusehen. Uebersetzt von Jelinek. Zeitschr. d. Oesterr. Gesellsch. für Meteorologie. 1868. pag. 451.

[376]) Bericht über die Verhandl. der perm. Com. zu Kopenhagen. pag. 54. Verschiedene Berichte über das engl. wettertelegraph. System finden sich in der Zeitschr. der Oesterr. Gesellsch. für Meteorol.

[377]) Vergl. Anzeigen der k. k. Akademie der Wissenschaften. No. 20 vom 27. Juli 1865; Heis, Wochenschr. für Astronomie, Meteorologie und Geographie. 1865. pag. 180 ff.; Zeitschr. der Oesterr. Gesellsch. für Meteorol. 1866. pag. 65 ff.

[378]) Vergl. Correspondenza scientifica in Roma (April 1866); Zeitschr.

der Oesterr. Gesellsch. für Meteorol. 1866 pag. 157 ff.; vergl. auch 1867 pag. 120, 195; 1868 pag. 599; 1869 pag. 186; 1873 pag. 283.

[379]) Vergl. A. Wojeikow: Die Meteorologie in Russland, in Russ. Revue. Bd. VII. 1875. pag. 165. Uebersetzung im Auszuge aus dem Jahresberichte der „Smithsonian Institution" für 1885.

[380]) Vergl. Zeitschr. der Oesterr. Gesellsch. für Meteorol. 1866: Ueber telegraph. Witterungsberichte in Russland. pag. 337 u. 361 ff. und 1869 Wild: Telegraph. Witterungsberichte in Russland. pag. 593 ff.

[381]) Einen ausführlichen Bericht über das norwegische System giebt Mohn in dem oben angeführten Berichte über Wettertelegraphie und Sturmwarnungen pag. 29 ff.; vergl. auch Zeitschr. der Oesterr. Gesellsch. für Meteorol. 1868. pag. 20, 1869 pag. 203.

[382]) Mohn: Det norske meteorologiske Instituts Storm-Atlas udgived med Bistand af Videnskabsselskabet i Christiania af H. Mohn. 1870.

[383]) Mohn: Grundzüge der Meteorologie. Die Lehre von Wind und Wetter nach den neuesten Forschungen, gemeinfasslich dargestellt von H. Mohn. Deutsche Originalausgabe von Neumayer. 2. verbess. Aufl. Berlin 1879.

[384]) Vergl. Aus dem Archiv der deutschen Seewarte. Jahrg. 1878 ff.

[385]) Anlage zur Drucksache No. 195 der Bundesrathssession von 1873.

[386]) Bericht über eine Conferenz in Hamburg zur Besprechung einiger Punkte, welche auf den Betrieb und die Einrichtung des Witterungs- und Signaldienstes in Nordwest-Europa Bezug haben. Abgehalten am 11., 12., 13. u. 14. December 1875. Hamburg 1879.

[387]) Instruktion für die Signalstellen der deutschen Seewarte. Herausgegeben von der Direktion. Hamburg 1876 u. 1880. 2. Ausg. Instruktion für den meteorologischen Dienst der deutschen Seewarte (Sturmwarnungswesen und Küstenmeteorologie). Herausgegeben von der Direktion. Hamburg 1879.

[388]) Vergl. Ergebnisse der ausübenden Witterungskunde während des Jahres 1879, von Dr. van Bebber, Abtheilungsvorstand; Einleitung in „Monatliche Uebersicht der Witterung für jeden Monat des Jahres 1879" Jahrg. III. und 3. Jahresbericht über die Thätigkeit der deutschen Seewarte für das Jahr 1880, erstattet von der Direktion; in „Aus dem Archiv der deutschen Seewarte, Jahrg. III. 1880. No. 1."

[389]) Berichterstattung von Lootsen-Commandeuren, Hafenmeistern, Vorständen der Signalstellen etc. über die Wirksamkeit des Sturmwarnungswesens an der deutschen Küste; in Einleitung zu „Monatliche Uebersicht etc." 1882.

[390]) Ausführliches hierüber findet sich in „Aus dem Archiv der Seewarte. Jahrg. III. pag. 149 ff."

[391]) Die Organisation eines meteorologischen Dienstes im Interesse der Land- und Forstwirthschaft für das Gebiet des deutschen Reiches. Bericht über die in Cassel am 12. u. 13. September abgehaltene Conferenz. Berlin 1879.

[392]) Vergl. Archiv des deutschen Landwirthschaftsraths. No. 5. 1880. pag. 186 ff. und „Aus dem Archiv der deutschen Seewarte". Jahrg. III. 1880. pag. 2.

[393]) Bericht über die Verhandlungen und Beschlüsse einer Conferenz der Vorstände deutscher meteorologischer Centralstellen. Abgehalten in Hamburg vom 2. bis 4. April 1880. Hamburg 1880. pag. 6. Die internationale Conferenz für land- und forstwirthschaftliche Meteorologie

wurde in den Tagen vom 6. bis 9. September 1880 in Wien abgehalten. Vergl. Bericht über die Verhandlungen und die Ergebnisse der internationalen Conferenz für land- und forstwirthschaftliche Meteorologie. Wien 1880. Aus den Protokollen dieser Conferenz erwähnen wir einen Antrag Neumayers: „Die Conferenz ist der Ansicht, dass sich die meteorologischen Institute der Forderung des praktischen Lebens nach Witterungsaussichten (Wetterprognosen), ungeachtet der jetzt noch bestehenden Schwierigkeiten, nicht mehr entziehen können.“ Dieser mit dem von der Hamburger Conferenz im April 1880 gefassten Beschlusse gleichlautende Antrag fand auch in Wien einstimmige Genehmigung. Ferner wurde ein Antrag Richter's, des Vertreters des deutschen Landwirthschaftsrathes, angenommen: „es sei den Vertretern der Meteorologie zu empfehlen, eine populäre Darstellung der Grundsätze, auf denen die ertheilten Wetterprognosen beruhen, zur Belehrung der Landwirthe herstellen zu lassen.“ Dabei erwähnte Richter, dass der Landwirthschaft gegenüber auch die Chemie einst mit ihren Rathschlägen einen schwierigen Stand hatte, während sie gegenwärtig als unentbehrliche Rathgeberin angesehen werde, und hofft daher, dass es auch der Meteorologie gelingen werde, sich den Landwirthen unentbehrlich zu machen. — Auf dieser Conferenz brachte Neumayer die Aufstellung allgemein gehaltener Prognosen für mehrtägige Zeiträume zur Sprache und machte die Thunlichkeit dieses Schrittes abhängig von der Beschaffung täglicher wettertelegraphischer Berichte aus dem Umkreise des nordatlantischen Oceans, wie es von Hoffmeyer vorgeschlagen wurde. Die Conferenz äusserte sich dahin, „dass die Herstellung einer telegraphischen Verbindung mit den Faröern, Island, Grönland und den Azoren eine Angelegenheit von grossem internationalem Interesse sei.“

[394]) Otto Eduard Krause: Ein Vorschlag, Witterungsnachrichten in Deutschland rasch zu verbreiten. Jahresber. Ver. Naturk. Annaberg. V. 1880. Dieser Vorschlag wurde mit Modificationen zuerst von der Bayer. meteorolog. Centralanstalt bei den Prognosen berücksichtigt, bald darauf von der Seewarte.

Druck von Gebrüder Kröner in Stuttgart.

HANDBUCH

DER AUSÜBENDEN

WITTERUNGSKUNDE.

GESCHICHTE UND GEGENWÄRTIGER ZUSTAND DER WETTERPROGNOSE.

VON

DR. W. J. VAN BEBBER,
ABTHEILUNGSVORSTAND DER DEUTSCHEN SEEWARTE.

ZWEI THEILE.

II. THEIL:

GEGENWÄRTIGER ZUSTAND DER WETTERPROGNOSE.

MIT EINEM VORWORT VON BUYS BALLOT.

NEBST EINER WOLKENTAFEL UND 66 HOLZSCHNITTEN.

STUTTGART.
VERLAG VON FERDINAND ENKE.
1886.

eigentlich nur in der genauen Kenntniss der gleichzeitigen Zustände des Wetters an verschiedenen Orten die Grundlage für die praktische Meteorologie liegt.

Herr van Bebber betrachtet nun die Sache von dem jetzigen Standpunkte der Meteorologie und nachdem er die Hilfsmittel, welche uns jetzt zu Dienste stehen, ausführlich besprochen und gewürdigt hat, schreitet er zum Hauptziele, nämlich anzugeben, in welcher Weise wir durch Verbesserung der telegraphischen Einrichtungen und auf Grund unserer Kenntnisse der klimatischen Zustände, welche im zweiten Theile des Handbuches in gedrängter Kürze auseinandergesetzt werden, zu einem begründeten Urtheil über die kommende Witterung, namentlich zur Vorausbestimmung der Wege, welchen die Cyclonen folgen und welche Wirkung sie auf die Umwandlung unserer Witterungszustände haben werden, jetzt schon, und nachher immer besser gelangen können.

Eine strenge mathematische Lösung des Problemes zu geben, wie es beispielsweise Herr Prof. Mohn als das höchste Ziel sich setzt, ist jetzt noch unmöglich, indem die Wechselwirkung der verschiedenen Einflüsse zu mannigfaltig ist. Zwar haben unter den ersten er und Ferrel, Hann, Köppen und andere Gesetzmässigkeiten nachweisen können, aber im Grossen und Ganzen sind wir noch in dem Stadium der Statistik, worin auch die Astronomie bis zu Kepler sich befand und sind wir nur im Stande, hier und da etwas mehr geben zu können. Allerdings kann aber, wie Herr van Bebber in seinen Schriften und namentlich in diesem seinem Buche sie einrichtet, eine gute logische Statistik schon Vorzügliches bieten.

Wie entstehen die Cyclonen, wie schreiten sie fort und welchen Einfluss werden sie auf die Witterungszustände jener Gegenden haben, in deren Nachbarschaft sie vorüberschreiten? Das sind die Hauptfragen.

Zur Lösung der ersten Frage hat Th. Reye einen wichtigen Beitrag geliefert, wir harren aber noch eines mehr vollständigen, — die zweite und dritte Frage sind von Loomis in Amerika, von Clement Ley und von van Bebber in Europa am ausführlichsten behandelt worden.

Recht interessant ist die Besprechung der Einrichtung der Wettertelegraphie in den verschiedenen Staaten; die Mängel, welche der Wettertelegraphie noch anhaften, sind gehörig erwähnt, ebenso die Wünsche, welche sich auf die Verbesserung und ausgiebige Ausnutzung derselben beziehen. Die Art und Weise, in welcher die Depeschen gegenwärtig verwerthet werden und wie sie verwerthet werden sollen, ist klar dargelegt worden.

Auf Grund seiner genauen Untersuchung der in den letzten Jahren vorgekommenen Witterungserscheinungen hat der Verfasser angegeben, wie sich die barometrischen Minima und die sie begleitenden Stürme auf die einzelnen Jahreszeiten und die einzelnen Gebietstheile des europäischen Continentes vertheilen, welche Bahnen sie am meisten innehalten, wie diese durch die gleichzeitige Lage der barometrischen Maxima, sowie durch die jeweilige Temperaturvertheilung modificirt werden, mit welcher Wahrscheinlichkeit man erwarten kann, dass eine bestimmte Depression diesen oder jenen Weg einschlagen wird, und welche Wirkung sie insbesondere für unsere Gegenden auf die Witterungszustände ausüben wird. Ich verweise hier insbesondere auf die Besprechung dieser Untersuchungen, welche Herr Professor Dr. Köppen im Aprilheft der meteorologischen Zeitschrift (Jahrgang 1886, S. 158 ff.) in eingehender und klarer Weise gegeben hat.

Auf den schönen Untersuchungen Hoffmeyer's fussend, welchen er billig die höchste Bedeutung beilegt, und mit Anerkennung der Leistungen des Herrn Teisserenc de Bort behandelt Herr van

Bebber selbstständig die Frage — nicht, wie es so mancher macht, nach blossen Eindrücken und Anschauungen, sondern gewissenhaft mit exacter Sichtung der verschiedenen Fälle und unter stetiger Berücksichtigung seiner eigenen Erfahrungen und Untersuchungen.

Der Vertheilung der Temperatur und Feuchtigkeit wird neben der Luftdruckvertheilung an der Erdoberfläche und in grösserer Höhe das gehörige Gewicht beigelegt; die Eigenschaften und das Verhalten der Cyclonen werden in Anlehnung an die grossen atmosphärischen Bewegungen betrachtet und zu jedem Falle ein Beispiel gegeben, wonach man sich richten kann.

Natürlich ist es jetzt noch nicht gelungen, die unendlichen Verschiedenheiten und die tausendfachen Umwandlungen zu ordnen und zu bewältigen, aber Jeder, der diese gehaltreiche Arbeit eingehend liest, wird dadurch belehrt werden und angeregt, auf dieser Bahn weiter fortzuschreiten.

Keiner, dem das Aufstellen von Witterungsprognosen obliegt, kann dieses Handbuch des Herrn van Bebber entbehren, jeder wird darin Anleitung finden, wie er die Sache angreifen und fördern soll.

Utrecht, den 3. Juni 1886.

Buys Ballot.

Inhalt.

Einleitung.

Die Meteorologie hat zur Aufgabe das wissenschaftliche Studium der atmosphärischen Erscheinungen, die wir mit dem Gesammtausdrucke „Wetter“ bezeichnen. Ihr Object bildet die Kenntniss der physikalischen Eigenschaften der Atmosphäre und der in dieser sich vollziehenden Vorgänge. Ein Theil dieser Aufgabe, welcher dem als Klimatologie bezeichneten Zweige unserer Wissenschaft zufällt, ist die Festlegung der verschiedenen Klimate und die Erforschung der Gründe und Umstände, welche diese Verschiedenheit bedingen. Da nun das Dasein der Luft unsere Existenz bedingt und unser materielles und geistiges Wohl mit den atmosphärischen Vorgängen in innigstem Zusammenhange steht, so erscheint es natürlich und überaus wichtig und lohnend, alle Kenntnisse, welche wir über die Beschaffenheit und die Veränderungen der Atmosphäre und des Wetters uns nach und nach erwerben, auch für die Praxis möglichst zu verwerthen. Diesen Zweig der Meteorologie, dessen Hauptaufgabe darin besteht, aus diesen meteorologischen Forschungen Nutzen für die Praxis zu ziehen, wollen wir mit dem Namen „ausübende Witterungskunde“ bezeichnen, deren letztes Ziel die sichere Vorherbestimmung des Wetters bildet.

Kein Vorgang hat auf die menschlichen Lebensverhältnisse einen so direkten und allgemeinen Einfluss, als die Witterungserscheinungen und daher kommt es, dass schon von den frühesten Zeiten an die Menschen sich allgemein für diese interessirten und sich mit der Lösung des Problemes, das Wetter vorauszusagen, beschäftigten.

Verfolgt auch die ernste Wissenschaft, getragen von der Begeisterung und dem Wahrheitstriebe ihrer Vertreter ihre Bahn, unbekümmert um die äusseren Erfolge, so bleibt in der Witterungskunde immerhin die Anwendung des Erforschten auf die Praxis der Hauptzielpunkt, wenn derselbe auch oft nicht so ganz deutlich zu Tage tritt. Die viele Jahre hindurch mühsam angestellten Beobachtungen, die daraus berechneten Mittelwerthe, die Festlegung und Vergleichung der verschiedenen Klimate, das Studium ihrer Veränderungen, alle diese Bestrebungen haben eine eminent praktische Seite; auch die langwierigen Sammlungen, Rechnungen und Forschungen auf dem Gebiete der maritimen Meteorologie haben als Hauptzweck, den Seefahrern durch das Auffinden der günstigen Winde und Strömungen die Reisen möglichst zu verkürzen und die Gefahren zu vermindern.

Kein Stand, kein Beruf, kein Gewerbe kann sich den meteorologischen Einflüssen ganz entziehen, die in alle Verhältnisse des animalischen und vegetabilischen Lebens unmittelbar und bestimmend eingreifen. Es braucht wohl kaum erwähnt zu werden, welch' grossen Nutzen der Landwirth aus der genauen Kenntniss des jeweiligen Witterungscharakters der bevorstehenden Jahreszeiten oder auch nur der nächsten Tage ziehen könnte; wie sehr hoch der Seemann sichere, rechtzeitige Warnungen vor hereinbrechenden Stürmen schätzt, welch hohe Bedeutung der Arzt insbesondere den Schwankungen der meteorologischen Elemente beilegt. Es ist Thatsache, dass vor wenigen Jahren die Meteorologie fast plötzlich in der Gunst des Publikums stieg, und die gebildete Welt mit grossem Interesse die Fortschritte der Meteorologie verfolgte, welche in zahlreichen Zeitschriften und Tagesblättern behandelt wurden. Dieser merkwürdige Enthusiasmus ist aber leicht erklärlich, wenn wir bedenken, dass die Grundidee der meisten dieser Veröffentlichungen darauf hinausging, dass es jetzt auf Grundlage der neueren Forschungen endlich gelungen sei, das Wetter für kürzere oder längere Zeit mit ziemlicher Sicherheit vorauszusagen, und hieraus ein eminenter Vortheil gezogen werden könne. Selbst die Gemüthsstimmung und der Geisteszustand des Menschen, ja ganzer Völker, wird durch die jeweiligen oder durch die den verschiedenen Klimaten eigenthümlichen Witterungsverhältnisse in hohem Grade beeinflusst. „Jeder Mensch, sagt Dove[1]), „seine Thätigkeit sei noch so sehr durch die Anforderungen des bürgerlichen Lebens auf einen bestimmten Kreis

von Geschäften angewiesen, hat doch eine Seite, nach welcher er sich zur Natur verhält, und wäre es auch nur die, nach der er sie gewähren lässt, und wer kann sich ihr entziehen? Wenn wochenlang der Himmel mit einem einförmigen Grau bedeckt ist, so werden am Ende auch wir trübe; wenn er endlich aber wieder hell wird, werden auch wir heiter. So sind wir ein treuer Spiegel des Himmels über uns, wir gehen ein in seine Launen und jeder ist in diesem Sinne nicht nur ein Meteorologe, sondern so zu sagen die Meteorologie selbst. Aber dieses passive Ergehen macht bald dem Bedürfnisse Platz, die Sprache zu verstehen, in der die Natur zu uns redet, in dem Wechsel das Bestehende, in der scheinbaren Willkür das Gesetz nachzuweisen." „Heiter und üppig sind die Bilder, welche südliche Phantasie geschaffen, aber meist ernst und trübe steigen die Mythen und Sagen nördlicher Literatur hervor; fast allenthalben zeigen sich hier düstere Bilder und selbst die Freude tritt nur hervor im Gegensatze zu gegenüberstehendem Schmerze. So steht selbst die Literatur eines Volkes in geheimnissvollem Zusammenhange mit den meteorologischen Elementen des von ihm bewohnten Theiles des Erdballes [2])."

Kurz, die Beziehungen und Anwendungen der Meteorologie auf alle menschlichen Verhältnisse sind so mannigfaltig und allgemein, dass die sorgfältige Pflege dieser Wissenschaft für alle Menschenclassen der ganzen civilisirten Welt von der grössten Wichtigkeit ist, und diese Wissenschaft verdient, das Gemeingut der ganzen Menschheit zu werden.

Hauptsächlich machte sich zu allen Zeiten das Bedürfniss fühlbar, die künftigen Witterungsverhältnisse vorauszusehen und daher suchte man schon seit uralter Zeit nach Anzeichen, welche als Anhaltspunkte zur Vorhersage der Witterung dienen konnten. Wie sehr unsere Wissenschaft von Alters her mit den mannigfachsten Formen des Aberglaubens zu kämpfen hatte, wie sehr ihr Fortgang dadurch gehemmt und wie die Würde der Wissenschaft hierunter zu leiden hatte, habe ich im ersten Theile dieses Handbuches ausführlich besprochen. Je schwieriger das Problem der Vorausbestimmung des Wetters war, je verborgener und geheimnissvoller die Ursachen der Witterungserscheinungen und ihrer Umwandlungen erschienen, je geringer desshalb die Erfolge waren, die man trotz aller unausgesetzten Bestrebungen zu erringen vermochte, und je mehr man an der Möglichkeit zweifelte, überhaupt einen causalen Zu-

sammenhang zwischen den launenhaften Witterungsphänomenen aufzufinden, um so mehr suchte man, den sicheren Boden der Erfahrung verlassend, den Grund aller Witterungserscheinungen ausserhalb der Erde. Gewohnt, die Aenderungen in der Körperwelt nur lebenden Personen zuzuschreiben, leitete die menschliche Einbildungskraft in ihrer unmittelbaren Anschauung alle Wettervorgänge von Wesen ab, welche sie schaffen und lenken, entweder wohlwollend und segenbringend, oder schädlich und verderblich den menschlichen Verhältnissen. Dementsprechend glaubte man einerseits, dass die Witterungserscheinungen von den Göttern persönlich und willkürlich geleitet würden, andererseits war man der Ansicht, dass es ausserdem noch gewisse geheimnissvolle Kräfte und Wesen giebt, wodurch gewisse schädliche oder nützliche Aenderungen in der Natur hervorgebracht werden könnten und hervorgebracht würden. Dann war es der glänzende Sternenhimmel, welchem sich insbesondere das Alterthum und das Mittelalter mit grosser Verehrung zuwandten und in welchem, wie in einem grossen geheimnissvollen Buche, die Geschicke der Menschen und Naturerscheinungen, also auch des Wetters niedergeschrieben sein sollten, eine Schrift, welche zu enträthseln der Mensch sich zu allen Zeiten jede erdenkliche Mühe gab. Aber unter diesen Sternen schien nächst der Sonne der Mond der bei weitem mächtigste Himmelskörper zu sein, und sein Lauf und seine stetig wechselnden Phasen, welche die Launenhaftigkeit des Wetters gewissermassen symbolisirten, mussten schon frühzeitig zu dem Gedanken führen, dass er zu den Witterungszuständen und deren Verlauf eine ganz besondere Beziehung habe, um so mehr, als die ganz unzweifelhaften Einflüsse der Sonne, insbesondere aber in Bezug auf die jährlichen Perioden, sofort erkannt wurde und diese Erkenntniss zu Analogieschlüssen unmittelbar führen musste. Dieser uralte Aberglaube, den die Schriftsteller des Alterthums in Prosa und Poesie der Nachwelt vererbt haben, dauert durch Alterthum und Mittelalter bis in die helle Zeit unseres Jahrhunderts fort. Allerdings wurde in neuerer Zeit die Frage über den Einfluss des Mondes auf die Witterung mit ernster Wissenschaftlichkeit betrieben und hervorragende Gelehrte haben sich daran betheiligt; allerdings gelang es, einige sehr schwache Beziehungen des Mondes mit Bestimmtheit festzusetzen, allein eine genaue Abwägung aller vorher erhaltenen Untersuchungsresultate ergab das Gesammt-Facit, welches wir im ersten Theile dieses Buches aussprachen: „Es ist nach dem jetzigen

Stande der Mondmeteorologie durchaus verfehlt und jeder Wissenschaftlichkeit widersprechend, auf Mondeinflüsse Wetterprognosen zu gründen und es ist ein solches Vorgehen den astrologischen Bestrebungen fast gleich zu achten. Ferner ist es unwahrscheinlich, dass in Zukunft vom Monde abgeleitete Anhaltspunkte für eine brauchbare Wetterprognose aufgefunden werden, obgleich nicht absolut unmöglich, da nicht alle Beziehungen untersucht und ausserdem die Untersuchungsmethoden vielfach mangelhaft sind.“ Dass die Kometen und Meteoriten auf unsere Witterungsvorgänge keinen Einfluss haben können, braucht wohl kaum der Erwähnung. Auch die Sonnenflecken bieten, wenigstens nach dem jetzigen Stande unserer Erkenntniss, keine genügenden Anhaltspunkte für die Wetterprognose, obgleich ein Zusammenhang der Sonnenfleckenhäufigkeit mit den Veränderungen in unserer Atmosphäre wohl nicht zu leugnen ist. Der periodische Gang der Witterungserscheinungen in Bezug auf die Fleckenhäufigkeit ist so vielen dem Wesen nach unbekannten Störungen ausgesetzt, dass sich eine feste allgemein gültige Regel für den Zusammenhang des Ganzen beider Erscheinungen nicht ableiten lässt. Endlich sei noch der Wetterregeln, welche aus gewissen Erscheinungen des Thier- und Pflanzenlebens oder aus der unbelebten Natur abgeleitet sind, sowie auch der Bauernregeln, Loos- und Noteltage gedacht, welche meistens aus dem Alterthume sich zu uns vererbt haben. Auch diese sind nicht geeignet, eine brauchbare Grundlage für die Wetterprognose abzugeben.

Erst in der neuesten Zeit hat sich die meteorologische Wissenschaft fast gänzlich freigemacht von allen oben genannten fruchtlosen Bestrebungen, die nur nachtheilig auf die Entwickelung unserer Erkenntniss wirken können, und ausgestattet mit allen Hilfsmitteln der Statistik und der Analysis, bewegt sich die Forschung auf dem sicheren Boden der Erfahrung und der gesunden, nüchternen Anschauung, nicht rechts oder links, nicht oben oder unten die Lösung des Problems aufsuchend, sondern aus den Erscheinungen selbst und deren Verkettungen endgültige Gesetze ableitend.

Durch die neue Forschungsmethode, deren Wesen ich noch unten näher besprechen werde, wurde unsere Erkenntniss sehr wesentlich bereichert und eine Reihe wichtiger Gesetze aufgefunden, von denen ich das barische Windgesetz namentlich hervorhebe, dessen weitere allmähliche Ausbildung in den letzten 30 Jahren einen vollständigen Umschwung in der meteorologischen Wissenschaft und in

ihrer Stellung zu der ganzen civilisirten Welt hervorrief. Aber wie der Wanderer von jedem neuerstiegenen Berge neue Landschaften, neue Gebirge erblickt, die noch der Erforschung harren oder die weitere Aussicht hemmen, so eröffnen sich auch in unserer Wissenschaft bei jedem Schritte, den wir vorwärts machen, neue Schwierigkeiten, neue Räthsel. Wo ist in dem ewigen bunten Wechsel der Erscheinungen der Ruhepunkt aufzufinden, was ist Wirkung, was ist Ursache? Wie schwer ist es nicht, das zufällige oder nothwendige zeitliche Nebeneinandergehen zweier verschiedener Erscheinungen genau zu unterscheiden und den wirklichen inneren Zusammenhang dort nachzuweisen, wo er auch in der That vorhanden ist, wie schwer, überall richtig das Bedingende von dem Bedingten zu unterscheiden? Könnten wir in der Meteorologie ebenso wie in den übrigen physikalischen Wissenschaften das Experiment anwenden, könnten wir das Untersuchungsobjekt den mannigfachsten Bedingungen nach Willkür unterwerfen, könnten wir die Kräfte einzeln und in beliebiger Verknüpfung auf dasselbe wirken lassen, so würde es nicht so schwer sein, die Wechselwirkung der einzelnen meteorologischen Elemente ihrem Werthe nach festzulegen, und wir würden so zu den bedeutendsten Resultaten rasch und sicher gelangen; allein die Meteorologie ist bei ihren Forschungen fast ausnahmslos auf die direkte Beobachtung der Witterungserscheinungen, auf die Untersuchung ihrer Häufigkeit, ihrer Aufeinanderfolge und die Vergleichung derselben angewiesen, wobei nicht die Wirkung der einzelnen isolirten Elemente, sondern stets die Gesammtwirkung aller in die Untersuchung hineingezogen werden muss.

Ferner leben wir am Boden des die Erde einhüllenden Luftmeeres, die obersten Regionen sind der direkten Beobachtung so gut wie unzugänglich. Was wir über die Vorgänge derselben wissen, haben wir nur aus Schlüssen, aus Analogien abgeleitet. Andererseits werden die Beobachtungen, welche wir an der Erdoberfläche über atmosphärische Erscheinungen anstellten, durch mancherlei Umstände beeinflusst, wie z. B. durch das orographische Relief, angrenzende Meere oder Seen, die Vegetationsdecke u. s. w., so dass also an nahe gelegenen Orten die Witterungselemente sehr von einander abweichend sein können. Dabei sind die Hauptursachen, welche bei uns die jeweiligen Witterungszustände bedingen, nicht am einzelnen Orte noch auf beschränktem Gebiete zu suchen, sondern ihr Wirkungskreis und ihre Wechselwirkung ist ein ausserordentlich

grosser, der meistens über ganze Welttheile und Oceane sich erstreckt.

Alle atmosphärischen Vorgänge haben ihren Hauptgrund in der Sonnenstrahlung. Die der Erde zugestrahlte Sonnenwärme dient theils zur Temperaturerhöhung der Erdoberfläche, theils zur molekularen und mechanischen Arbeit. Durch die Umwandlungen von Wärme in Arbeit, und umgekehrt von Arbeit in Wärme (Latent- und Freiwerden der Wärme), durch den beständigen Transport verschieden temperirter Luft- und Wassermassen aus der einen Gegend in die andere, durch die ungleiche Vertheilung und das ungleiche Verhalten von Wasser und Land und endlich durch die zweifache Bewegung unserer Erde, werden die Witterungserscheinungen so sehr verwickelt, dass ein periodischer Gang der meisten meteorologischen Elemente mit der Sonnenstrahlung fast nicht mehr erkennbar ist.

Wenn wir alle diese eben dargelegten Schwierigkeiten gehörig erwägen, wird es uns erklärlich, dass die meteorologische Wissenschaft nur langsame Fortschritte machte, zumal da man sich bis in die neueste Zeit fast ausschliesslich einer Methode bediente, die allein nicht zu einem ganz befriedigenden Ziele führen kann, nämlich der Methode der Mittelwerthe[3]). Diese Methode lehrt uns zwar den klimatischen Charakter eines Ortes oder eines grösseren Gebietes kennen und durch die Anwendung derselben ist, namentlich von Dove, ausserordentlich Vieles geleistet worden, aber über den scheinbar regellosen, ja launenhaften Gang der Witterung, die Mannigfaltigkeit im Witterungswechsel, die diesen bedingende Wechselwirkung der einzelnen Faktoren, den Zusammenhang der einzelnen Witterungserscheinungen mit den allgemeinen atmosphärischen Vorgängen, über alles dieses giebt uns die Methode der Mittelwerthe keinen genügenden Aufschluss. Nach der neueren synoptischen Methode werden die einzelnen Phasen in den Witterungserscheinungen, die auf grösserem Gebiete gleichzeitig stattfinden, unmittelbar erfasst, fixirt und verglichen, und so wird den getrennten Erscheinungen der Charakter des continuirlich Fortschreitenden verliehen. Beide Methoden scheinen auf den ersten Blick schroff einander gegenüberzustehen, und namentlich zwingt die Anwendung der neueren Methode, manche durch Autorität sanctionirte Ansicht fallen zu lassen; aber bei reiflicher Ueberlegung scheint es nicht allein möglich, sondern auch zur Förderung der Wissenschaft geboten, die beide

Methoden trennende Kluft zu überbrücken und beide vereinigt bei unseren Forschungen anzuwenden. Ich werde in diesem Theile meines Handbuches zu zeigen haben, in wie weit und mit welchem Erfolg dieses zur Durchführung gelangt ist.

Zwei Ursachen namentlich waren es, welche der neueren Methode in der ganzen civilisirten Welt Eingang verschafften und ihr raschen Aufschwung verliehen, nämlich die Einführung der Telegraphie in den meteorologischen Dienst und der praktische Nutzen, der aus der Vorausbestimmung des Wetters gezogen werden konnte. Mit Hilfe der neuen Methode war es erst in der neuesten Zeit der meteorologischen Wissenschaft beschieden, ein auf wissenschaftlicher Grundlage und Erfahrung beruhendes Urtheil über die zu erwartende Witterung abzugeben, wenngleich die Wahrscheinlichkeit des Zutreffens der Vorhersagen wegen der oben besprochenen Schwierigkeiten nur nach und nach grösser wird. Die erste erfolgreiche Anwendung der Meteorologie geschah in einem Berufe, bei dessen Ausübung Wind und Wetter in erster Linie zu berücksichtigen sind, und dessen Erfolg von den atmosphärischen Vorgängen ganz besonders abhängig ist. Der Seefahrer und der Küstenbewohner, welcher sich mit Fischerei und andern mit dem Seewesen in Verbindung stehenden Verrichtungen beschäftigt, hat ununterbrochen sein Augenmerk auf das Wetter zu richten, und die Kenntniss der Gesetze, welche den Witterungserscheinungen zu Grunde liegen, sind für die Ausübung seines Berufes von eminenter Bedeutung. Schon vor geraumer Zeit hat sich die Wissenschaft bemüht, hier hilfreiche Hand zu bieten, als Dove sein berühmtes Gesetz der Stürme und der Drehung des Windes herausgab. Für denselben Zweck schrieben Reid, Piddington, Espy u. A. und wenn auch in ihren Werken die Resultate und ihre praktische Anwendung auf die Schifffahrt erheblich unter einander abwichen, so waren doch diese Bestrebungen, die allgemeinen Lehrsätze der Meteorologie für die Seefahrt zu verwerthen, von entschiedenem Erfolge, insbesondere in Bezug auf die tropischen Stürme, welche einen viel regelmässigeren Verlauf haben, als die Stürme in unseren Gegenden. Bei der weiteren stetigen Anwendung und der daraus entspringenden Entwickelung und Verbesserung dieser Lehrsätze kam man bald dahin, für verschiedene tropische Küstengegenden die verheerenden, die Passate und Monsune begleitenden Orkane aus den Luftdruck- und Wärmeveränderungen, sowie aus verschiedenen charakteristischen

Anzeichen in der Himmelsansicht, mit ziemlich sicherem Erfolge vorherzusagen. Viel unregelmässiger und complicirter sind, wie eben gesagt, die Sturmphänomene in unseren Breiten, so dass eine richtige allgemeine Charakteristik derselben erst in der letzten Zeit aufgestellt werden konnte.

Obgleich diese Stürme, wie die tropischen, Wirbelstürme sind, bei denen die Luft um einen Ort niedrigen Luftdrucks kreist, auf der nördlichen Hemisphäre gegen die Bewegung der Uhrzeiger, auf der südlichen mit derselben, so ist, abweichend von dem Verhalten der tropischen Stürme, die Vertheilung der Sturmfelder um das Barometerminimum sehr ungleichartig und die Fortpflanzungsrichtung des Sturmcentrums mannichfachen, scheinbar regellosen Schwankungen unterworfen, Unregelmässigkeiten, die nur nach und nach mit fortschreitender Forschung vollständig aufgeklärt werden können. Wenn auch die Sturmwarnungen, welche jetzt in allen Seefahrt treibenden Staaten eingerichtet sind, für unsere Breiten noch manche Unvollkommenheiten zeigen, die wir durchaus nicht verkennen wollen, so ist es doch gelungen, durch langjährige, mit stetiger, unermüdlicher Forschung Hand in Hand gehende Erfahrung ein Sturmwarnungssystem zu schaffen, welches für den dabei interessirten Theil der Küstenbevölkerung segensreiche Früchte trägt und sich die allgemeine Achtung erworben hat. Freilich vermisst man bei dem der Sache ferne stehenden Publikum vielfach ein gründliches, vorurtheilsfreies Abwägen der Bedeutung des Sturmwarnungswesens und häufig auch wohl den Ernst im Urtheile, ein Umstand, der auf die gedeihliche Entwickelung des Systemes und auf die Arbeitslust der mit der Pflege der ausübenden Witterungskunde betrauten Männer sehr störend einwirkt; allein frage man die Männer, welche an den Erfolgen und der Entwickelung des Sturmwarnungswesens ein unmittelbares und grosses Interesse haben, und von Vorurtheilen nicht befangen sind, so wird man, geringe Ausnahmen abgerechnet, günstige und anerkennende Urtheile hören [4]).

Viel complicirter, wie die Anwendung der Meteorologie im Interesse der Küstenbevölkerung, die fast ausschliesslich auf die Richtung und Stärke des Windes und ihre Aenderungen gerichtet ist, stellt sich die Verwerthung der Witterungskunde für die Zwecke des Binnenlandes, hauptsächlich der Landwirthschaft. Der Landmann kümmert sich sehr wenig um die Windverhältnisse, wenn sie nicht zum verderbenbringenden Sturm ausarten, für ihn sind Wärme

und Niederschläge von der höchsten Bedeutung, und gerade diese sind viel schwieriger mit nur einiger Wahrscheinlichkeit des Eintreffens vorherzusagen, als Richtung und Stärke des Windes, welche letzteren mit der Vertheilung des Luftdruckes in unmittelbarem Connex stehen. Es kann nicht geleugnet werden, dass die Wetterprognose im Interesse der Landwirthschaft entschiedene Mängel besitzt, so dass auf diesem Felde noch manche Schwierigkeit hinwegzuräumen ist.

Der ausübenden Witterungskunde im Interesse der Landwirthschaft tritt insbesondere eine grosse Schwierigkeit entgegen, die ausserordentlich schwer zu beseitigen ist. Der gegenwärtige Prognosendienst auf wissenschaftlicher Grundlage beschränkt sich nur darauf, Witterungsaussichten blos für die folgenden 24 oder höchstens 36 Stunden zu geben und dabei gelangt diese Prognose erst viele Stunden nach ihrer Ausgabe und meistens aus zweiter Hand zur Kenntniss des Publikums. Diese Angaben sind allerdings verwerthbar, um so mehr, als hierbei die Erhaltungstendenz des Wetters in Betracht kommt, allein einen Dienst von unschätzbarem Werthe würden wir der Landwirthschaft erweisen, wenn wir ihr verwerthbare Anhaltspunkte über den Charakter und den Verlauf der Witterung für längere Zeit geben könnten. In wie ferne dieses lange ersehnte Ziel der ausübenden Witterungskunde erreichbar ist, werde ich in diesem Buche noch zu zeigen versuchen.

„Wenn auch Alles aufgeboten wird," bemerkt Neumayer[5]), „was darauf berechnet ist, die Schwierigkeiten, die einer wirksamen Anwendung der Witterungskunde im alltäglichen Leben entgegenstehen, zu beseitigen, so bedarf es, um den angestrebten Zweck in vollem Umfange zu erreichen, der Mitwirkung von Seiten des Publikums. Es genügt nicht, dass der Staat an Umsicht und Mitteln Alles aufbietet, um ein System der Wettertelegraphie zu organisiren und dasselbe durch competente Gelehrte und Beamte verwalten zu lassen. Auch die vortrefflichste Institution kann nur dann ihre Aufgabe erfüllen, wenn das Publikum, die Klasse der Bevölkerung, zu deren Vortheil Einrichtungen dieser Art ins Leben gerufen wurden, sich eifrig bemüht, ein Verständniss der derselben zur Grundlage dienenden Ideen zu erwerben — in den Geist derselben einzudringen, was in keiner Weise wirksamer erstrebt werden kann, als durch Erziehung zu einem solchen Verständnisse in den Schulen. Allein vor Allem hat auch die Presse den Beruf, hierin ihre ein-

flussreiche Hilfe zu gewähren, indem sie meteorologische Berichte, Thatbestände und Wahrscheinlichkeiten über den Verlauf der zu erwartenden Witterung durch ihre Spalten verbreitet, und zwar nicht etwa nur in Zeiten ausserordentlicher atmosphärischer Störungen, sondern Tag für Tag zum mindesten einmal und in ununterbrochener Reihe. Durch den steten Gebrauch solcher Mittheilungen wird das Publikum nach und nach in den Geist derselben eingeführt und dadurch zu einem für den angestrebten Zweck erforderlichen Verständnisse hingeleitet."

Für die Verbreitung des Verständnisses der ausübenden Witterungskunde ist in den letzten 10 Jahren viel gethan worden, insbesondere in Deutschland, wo vor dem Jahre 1875 dieser Zweig der Meteorologie dem Publikum fast vollständig unbekannt war; und ausser dem 1872 in Prag erschienenen Lehrbuch der allgemeinen Erdkunde so gut wie keine vom Standpunkte der modernen Meteorologie geschriebenen und dem grösseren Publikum zugänglichen Werke vorhanden waren, wogegen die existirenden Schriften entweder auf alten unhaltbaren Ansichten fussten, oder aber Altes mit Neuem oft in unvereinbarer Weise verschmolzen. Seit dieser Zeit ist eine ziemlich grosse Anzahl kleinerer Schriften und insbesondere die deutsche Uebersetzung von Mohn's „Grundzüge der Meteorologie" erschienen und ausserdem fand Seitens der Seewarte eine tägliche umfangreiche Berichterstattung statt, sei es durch Wetterkarten oder Zeitungsberichte oder Hafentelegramme. Diese Publikationen hatten den entschiedenen Erfolg, dass wenigstens die einfachen Grundsätze der modernen Witterungskunde bei einem grossen Theile des gebildeten Publikums Eingang fanden, und veraltete Anschauungen über Wind und Wetter nach und nach zum Theil beseitigt wurden.

Auch dieses Buch, dessen Plan und Einrichtung aus dem vorstehenden Inhaltsverzeichnisse ersichtlich ist, ist dazu bestimmt, der Kenntniss der Grundsätze der modernen Meteorologie, insbesondere aber der ausübenden Witterungskunde, eine allgemeinere Verbreitung zu verschaffen, und dasjenige Publikum, welches Interesse daran hat, die Grundlage, worauf die Wetterprognosen beruhen und die Principien der Wettervorhersage kennen zu lernen, in Stand zu setzen, sich ein eigenes, gegründetes Urtheil über die Wetterlage und deren wahrscheinlichen Verlauf zu bilden. Ein anderer Hauptzweck dieses Buches besteht darin, für die Schule ein Buch zu schaffen, welches in systematischer Ordnung alles Wissenswerthe enthält, was auf dem

Gebiete der ausübenden Witterungskunde durch die neuere Forschung und durch Erfahrung erreicht ist. Denn nicht nur ist es nothwendig, dass die Witterungskunde in den Schulen gelehrt wird, sie soll auch vor Allem richtig gelehrt werden. Eine Reihe von Jahren habe ich mich in meinem Berufe als Abtheilungsvorstand für Sturmwarnungen, Wettertelegraphie und Küstenmeteorologie an der Deutschen Seewarte ausschliesslich mit ausübender Witterungskunde beschäftigt und will jetzt versuchen, die Erfahrungen und Untersuchungen, welche ich auf diesem Gebiete gemacht habe, neben denjenigen Anderer in diesem Buche möglichst übersichtlich darzulegen. Wie im ersten Theile habe ich es versucht, soweit es unbeschadet der Wissenschaftlichkeit geschehen konnte, eine möglichst gemeinfassliche Darstellungsmethode anzuwenden; in wie ferne mir dieses gelungen ist, überlasse ich dem Urtheile des Lesers.

I. Gegenwärtiger Zustand der Wettertelegraphie und einige Vorschläge zur Verbesserung derselben[6]).

1) Systeme der Wettertelegraphie.

Vergleichen wir die verschiedenen wettertelegraphischen Systeme in Europa und Nordamerika mit einander in Bezug auf die Benutzung des Telegraphen für den Wetterdienst, die Organisation des hierzu erforderlichen Beobachtungsnetzes und die Verwerthung der Telegramme für die mannigfachen praktischen Zwecke des Berufslebens, wie sie aus den verschiedenen natürlichen und politischen Verhältnissen der einzelnen Länder, sowie aus der Entstehung und weiteren Entwickelung des Witterungsdienstes hervorgingen, so findet man eine Reihe beträchtlicher Unterschiede, welche sich auf drei Hauptverschiedenheiten zurückführen lassen, so dass wir drei Systeme der Wettertelegraphie unterscheiden können: das europäische continentale, das englische und das amerikanische System. Die charakteristischen Unterschiede dieser drei Systeme sind folgende[7]):

a) Das europäische continentale System ist aus dem französischen, von Leverrier gegründeten, hervorgegangen und erstreckt sich über den ganzen europäischen Continent. Dieses System hat sich nach und nach entwickelt und erheblich vervollkommnet, indessen sind die Grundzüge im Grossen und Ganzen ziemlich dieselben geblieben. Die Wettertelegramme werden von den Telegraphenverwaltungen theils unentgeltlich, theils mit Ermässigungen, theils mit voller Gebührenentrichtung befördert und in den beiden ersteren Fällen im Allgemeinen als Diensttelegramme behandelt; für die gedeihliche Wirksamkeit dieses Systemes ist der internationale Depeschenverkehr, sowohl mit benachbarten als auch entfernten, insbesondere nach Westen und Norden hin liegenden Ländern durchaus nothwendig; die Versendung der Wettertelegramme von Seiten

der Beobachter erfolgt meistens unentgeltlich oder doch nur mit einer geringen Gegenleistung; die Beobachtungen werden nach Ortszeit angestellt, dabei sind die Beobachtungszeiten in den verschiedenen Ländern vielfach von einander verschieden. Meistens kommt von den Stationen nur ein Morgentelegramm zur Versendung, welchem indessen in der Regel die Beobachtungsdaten vom vorhergehenden Abend beigefügt sind; die Verwerthung der Wetterdepeschen endlich geschieht durch tägliche Telegramme an Hafenplätze und Zeitungen, sowie durch tägliche Bulletins, und zwar in Verbindung mit Sturmwarnungen und Wetterprognosen.

Zu diesem Systeme gehört der Hauptsache nach auch der wettertelegraphische Dienst an der Deutschen Seewarte. Da dieses Institut erst in dem Jahre 1876 ins Leben trat, so konnten bei der Organisation desselben die bisher gesammelten Erfahrungen anderer Systeme berücksichtigt und möglichst verwerthet werden. Hauptsächlich zu diesem Zwecke fand am 11. bis 14. December 1875 in Hamburg eine Conferenz statt, in welcher die wichtigsten Punkte besprochen wurden, welche sich auf den Witterungs- und Signaldienst in Nordwesteuropa beziehen [8]). Nach reiflicher Ueberlegung erschien es geboten, einige Einrichtungen, welche sich bei dem englischen und amerikanischen Systeme bewährt hatten, auch für die deutsche Wettertelegraphie zu verwerthen. Für die Wetterdepeschen nach und von der Seewarte wurde von der Telegraphenverwaltung eine Pauschsumme bewilligt und der wettertelegraphische Verkehr in der Weise geregelt, dass die Depeschen im inländischen Verkehr als Staats-, im ausländischen als Dienstdepeschen behandelt wurden. Die Einrichtung, dass in der ruhigeren (wärmeren) Jahreszeit an der Seewarte täglich 2mal, in der unruhigeren (kälteren) Jahreszeit täglich 3mal Wettertelegramme einlaufen, ist mit derjenigen im englischen System übereinstimmend.

b) Das englische System ist aus dem vom Admiral Fitzroy ins Leben gerufenen hervorgegangen und hat manche Berührungspunkte mit dem europäisch-continentalen und mit dem viel später entstandenen amerikanischen; durch die exponirte nach Westen hin vorgeschobene Lage der britischen Inseln haben die Telegramme aus dem Auslande viel weniger Werth, als die des Inlandes, wesshalb die Telegramme des Inlandes gegen die des Auslandes sowohl der Anzahl als der Bedeutung nach in hohem Maasse überwiegen, nur die Küstenstationen von Bodö (67° nördl. Breite) bis Corunna (43° nördl. Breite) sind von grösserer Bedeutung; die telegraphischen

Berichterstatter erhalten eine mässige Remuneration (260—400 Mk.) und die Beobachtungen, welche Morgens, in beschränkter Zahl auch Nachmittags und Abends einlaufen, werden soweit sie das Inland betreffen, alle nach Greenwicher Zeit angestellt, während die vom Auslande einlaufenden Beobachtungen sich auf Ortszeit beziehen; die Verwerthung der Telegramme geschieht durch Berichterstattung an die Häfen und Zeitungen, durch Wetterprognosen für 11 über den britischen Inseln vertheilte Bezirke, welche am Morgen und am Abend ausgegeben werden und durch tägliche lithographirte Wetterberichte mit kartographischen Darstellungen.

c) Das amerikanische System wurde erst im Jahre 1870 errichtet und zeichnet sich durch eine auf grossen Geldmitteln und einer Reihe sehr einschneidender Maassregeln beruhende Leistungsfähigkeit aus. Die Telegramme werden (nach einer reducirten Taxe) bezahlt; sämmtliche Telegraphenlinien sind verpflichtet, zu festbestimmten Zeiten, 3mal des Tages, die nöthigen Leitungen für die meteorologischen Telegramme frei zu halten; die Telegramme sind, wegen der Ausdehnung und besondern Lage der Vereinigten Staaten zum ganz überwiegenden Theile inländische und das ganze System ausserordentlich straff und einheitlich organisirt; die Beobachter gehören zur Armee, stehen unter militärischer Disciplin und sind gut besoldet; die Beobachtungen werden nach Simultanzeit angestellt; für die Verwendung der Telegramme ist durch das eigenthümliche sogenannte „Circuit"-System und durch die Mitwirkung der Post Sorge getragen, wodurch bei möglichst geringer Belastung des Telegraphen die ausgedehnteste und rascheste Verbreitung der Nachrichten über das ganze Land erreicht ist und zwar sowohl von Angaben über den jeweiligen Zustand des Wetters, als von Wetterprognosen.

2) Die Benutzung des Telegraphen.

Eine Grundbedingung zu einer erfolgreichen Wirksamkeit und gedeihlichen Entwickelung der ausübenden Witterungskunde ist ein rascher und wohl organisirter Depeschenverkehr. Es ist ein dringendes Bedürfniss in der Wettertelegraphie, dass das Beobachtungsmaterial unmittelbar nach der Beobachtung in geregelter Weise einläuft, sofort verarbeitet und das Resultat dieser Bearbeitung unverzüglich dem dabei interessirten Publikum zugestellt wird. In einem

Lande, wie in den vereinigten Staaten Nordamerikas, wo die gesetzgebende Gewalt an einer Stelle concentrirt ist und wo die Lage und Ausdehnung des Landes die Mithilfe der benachbarten Staaten bei der Organisation des Wetterdienstes nicht nothwendig in Anspruch zu nehmen brauchte, war es möglich, den Austausch und die Verwerthung des ganzen Beobachtungsmaterials in der raschesten Weise zu bewerkstelligen, wie im ersten Theile dieses Handbuches (p. 324 ff.) in ausführlicher Weise dargestellt worden ist.

In nahezu derselben Lage zur Benutzung des Telegraphen für den Witterungsdienst befinden sich die britischen Inseln, wo, wie bereits oben erwähnt wurde, die ausländischen Telegramme gegen die inländischen entschieden zurücktreten, wo also die ganze Organisation im Depeschenverkehr von dem guten Willen einer einzigen Regierung fast ganz allein abhängt. Obgleich eine befriedigende Lösung der Organisationsfrage, ebenso wie in Amerika, bei diesen einfachen Verhältnissen hätte leicht herbeigeführt werden können, und bei der nach dem äussersten Westen hin vorgeschobenen Lage des Landes, wo Stürme und Witterungswechsel meist rasch, kaum nach kurzer vorheriger Anmeldung, hereinbrechen, so steht die Einrichtung des Depeschenverkehrs, welche den raschen und allseitigen Austausch der Wettertelegramme betrifft, noch bedeutend hinter dem amerikanischen zurück.

Anders und viel ungünstiger liegen die Verhältnisse für die einzelnen Staaten des europäischen Continentes, welche nicht allein auf sich selbst, sondern ganz besonders auf die benachbarten, ja auf die entfernter liegenden Staaten angewiesen sind und wo also die ganze Organisationsfrage der Wettertelegraphie durch viele Regierungen und Behörden geregelt wird. Zwar wurde hauptsächlich mit Rücksicht auf die Gemeinnützigkeit der Wettertelegraphie und die Förderung wissenschaftlicher Bestrebungen, andererseits aber auch in Anbetracht der Schwierigkeiten, welche einer Entrichtung der Depeschengebühren für den internationalen Verkehr sich entgegenstellen würden, unentgeltliche und bevorzugte Förderung der Wettertelegramme eingeführt; allein dieses musste zwischen den einzelnen Behörden zu verschiedentlichen Abkommen führen, wobei es oft darauf ankommen musste, wie die betheiligten Behörden sich zur Wettertelegraphie stellten, ob sie derselben zugethan waren, oder nicht. Bei dieser sehr unbequemen und schwerfälligen Einrichtung der Wettertelegraphie ist eine Vervollkommnung, wie es die Interessen der Wissenschaft erheischen, mit ausserordentlichen

Schwierigkeiten verknüpft; einerseits sind manche Telegramme des Auslandes nicht zu erreichen, deren Beschaffung als nothwendig durch die Erfahrung sich herausstellte, andererseits konnten solche ausländische Telegramme, welche sich durch die Aenderung der Umstände und der Ansichten als nicht unentbehrlich herausstellten, nicht oder doch nur mit grosser Mühe entfernt werden.

Eine vollständige internationale Einigung in dieser Frage erscheint nicht leicht, denn sie erfordert ein einheitliches Zusammengehen der verschiedenen meteorologischen Institute und der verschiedenen Telegraphen-Verwaltungen; dagegen würde der für die Wettertelegraphie zu beanspruchende Geldaufwand nur wenig von dem bisherigen abweichen, andererseits die Belastung des Telegraphen durch den Depeschenverkehr bei zweckmässiger Einrichtung verhältnissmässig geringer sein. Wann eine durchgreifende Umgestaltung der Wettertelegraphie in Europa zu erwarten sein dürfte, ist schwer zu entscheiden, dass sie aber in der That durchgeführt werden wird, ist nicht zu bezweifeln, da die Wettertelegraphie im Grossen und Ganzen, wenn auch mit zeitweisen, unvermeidlichen Rückschlägen, immer mehr an Ausbreitung und Popularität gewinnt und sich das Bedürfniss des Publikums nach Wetterprognosen, insbesondere aber Sturmwarnungen, immer mehr geltend machen wird.

Bei dieser anzustrebenden Reorganisation des wettertelegraphischen Dienstes handelt es sich nicht so sehr um eine Vermehrung oder Verbesserung der Depeschen, als hauptsächlich um eine feste Organisation und Beschleunigung des Depeschenaustausches. Dieses neue System müsste in den Hauptzügen mit dem amerikanischen übereinstimmen, indem die telegraphischen Verbindungen so eingerichtet würden, dass etwa 1 1/4 Stunden nach der Beobachtung auf der Centralanstalt sämmtliche Depeschen aus dem Inlande vorlägen, eingetragen und so weit verarbeitet wären, dass sie zum internationalen Austausch versandt werden könnten; dieser Austausch würde in derselben Weise zu bewerkstelligen sein, wie in Amerika nach dem Systeme der „Circuits", indem die Centralstationen direkt miteinander in telegraphische Verbindung gesetzt würden und der Austausch der Telegramme nach genau im voraus bestimmter Ordnung erfolgte. Würde man mit diesem Austausche etwa 1 1/2 Stunden nach der Beobachtung beginnen, so könnten die Centralinstitute alle etwa 2 1/4 Stunden nach der Beobachtung im Vollbesitze des ganzen Depeschenmaterials aus Europa sein. Um das System in dieser

Weise durchzuführen, ist es nothwendig, die Beobachtungen nach Ortszeit fallen zu lassen und zu Simultanzeit überzugehen, wie ich weiter unten noch des Nähern zeigen werde.

Um nun der Entwickelung der Wettertelegraphie in den einzelnen Ländern ihren freien Lauf zu lassen, so erscheint es unter den gegenwärtigen schwierigen Verhältnissen geboten, dass die einzelnen Regierungen, alle ohne Ausnahme, ihren meteorologischen Instituten für die Ausübung der Wettertelegraphie eigene Geldmittel und alle Vortheile bezüglich der Benutzung des Telegraphen, welche im inländichen und internationalen Verkehr nur irgendwie erreichbar sind, gewähren. Hierdurch wäre es den einzelnen Instituten möglich gemacht, ihr Material nach eigenem Ermessen auszuwählen und für die Praxis zu verwerthen, und so die eigenen auf die gedeihliche Entwickelung des Wetterdienstes gerichteten Interessen mit Eifer und Erfolg zu verfolgen. Eine Einigung zwischen den einzelnen Instituten, wie sie für den zweckmässigeren und ausgiebigeren Austausch des Depeschenmaterials von Vortheil erscheint, dürfte nach den bisher gewonnenen Erfahrungen nicht mit Schwierigkeiten verknüpft sein.

Ein grosser, die volle Wirksamkeit der europäischen Wettertelegraphie hemmender Missstand ist die Verspätung der Depeschen, namentlich derjenigen, welche aus dem Auslande kommen. Zwar sind nach dieser Richtung hin erhebliche Verbesserungen eingetreten, die wir dem freundlichen Entgegenkommen hauptsächlich der deutschen Telegraphenverwaltungen zu danken haben, so dass jetzt eine grössere Verspätung oder gar ein gänzliches Ausbleiben der Depeschen sehr selten vorkommen, indessen ist beispielsweise die Seewarte vor 11 1/2 Uhr Morgens fast nie im Vollbesitze der Beobachtungen seines wettertelegraphischen Gebietes, welche doch um 7 oder 8 Uhr Morgens gemacht wurden, so dass also zwischen den Beobachtungen und der Verwerthung derselben durch Hafentelegramme, Wetterberichte und Sturmwarnungen immerhin 4—5 Stunden liegen, wogegen in den Vereinigten Staaten durch das System der Circuits durchschnittlich schon 1 Stunde 16 Minuten nach der Beobachtung sämmtliche Telegramme in Washington und auszugsweise in allen grösseren Städten des Landes, wo Stationen des Signal Service sich finden, aufgenommen und registrirt sind, und 1 Stunde 40 Minuten nach der Beobachtung die ersten Berichte vom Signal Service ausgegeben werden können, wobei gleichzeitig an den grösseren Telegraphenstationen und in den grösseren Städten des Landes Wetter-

karten und tabellarische Uebersichten der Witterung öffentlich ausgestellt werden. Diese ausserordentlich rasche Sammlung und Verwerthung des Beobachtungsmaterials kann, wie gesagt, in Europa erst dann erreicht werden, wenn sämmtliche Telegraphenverwaltungen und meteorologische Institute der verschiedenen Länder sich zu einer durchgreifenden, durchaus einheitlichen Reorganisation der Wettertelegraphie entschliessen können.

Früher hatte man häufiger Gelegenheit, Klagen über Verstümmelungen der Telegramme zu hören. Indessen hat sich dieser Missstand in der letzten Zeit erheblich gebessert, so dass Verstümmelungen nicht viel häufiger vorzukommen scheinen, als Schreibfehler bei Abfassung der Telegramme oder Ablesungsversehen.

Am Schlusse dieses Abschnittes erwähne ich noch der hauptsächlich durch Buys Ballot vertretenen Vorschläge, welche darauf hinzielten, eine ständige oder temporäre direkte telegraphische Verbindung zwischen den Centralanstalten unter sich, oder den Centralanstalten und den Beobachtungsstationen herzustellen, um im Stande zu sein, sich jederzeit über die auswärtigen Witterungsverhältnisse zu informiren [9]). Zu diesem Zwecke sollten Specialdrähte die Verbindung der Centralstationen unter einander und mit den Beobachtungsstationen vermitteln, und die Registrirungen der meteorologischen Instrumente auf die Centralanstalten übertragen werden (Teleometeorologie). In der That wurde diese von Buys Ballot herrührende Idee, zuerst von diesem für eine geringere Entfernung, später auf Initiative des Directors der Brüsseler Sternwarte, Houzeau, durch die ständige Verbindung der Registrirapparate in Ostende, Antwerpen und Arlon mit dem Centralobservatorium in Brüssel, sowie durch die temporäre von Brüssel mit Paris (durch Rysselberghe) verwirklicht. In der That ist man hierdurch im Stande, in jedem beliebigen Augenblicke, sowohl bei Tag als bei Nacht, die Witterungsänderungen und insbesondere die Aenderungstendenz, worauf es bei Sturmwarnungen und Wetterprognosen ganz besonders ankommt, continuirlich zu verfolgen. Indessen ist die radikale Durchführung dieser Ideen wegen des bedeutenden Kostenaufwandes [10]), sowie der sonstigen bereits oben dargestellten Schwierigkeit zunächst wohl nicht zu erwarten, noch lange werden jene ein „Traum der Meteorologen" bleiben. Allein auch ohne grosse Kosten und Schwierigkeiten liesse sich dieses System in bescheidener Weise durchführen, wenn nur diejenige Telegraphenleitungen, welche zeitweise, z. B. in den Nachtstunden, nicht benutzt werden, den Zwecken

der Teleometeorologie dienten; man würde aus dieser modificirten Einrichtung einen bedeutenden Vortheil für die ausübende Witterungskunde schöpfen können. Würde auf diese Weise das teleometeorologische System in den verschiedenen Ländern eingerichtet, so könnte ein weiterer Schritt dahin gethan werden, dass zum Theil die internationalen Telegraphenlinien, deren es immer mehrere zwischen den benachbarten Staaten giebt, auf kurze Zeit in weniger durch den Telegraphendienst in Anspruch genommenen Stunden, die Centralanstalten mit einander in direkte Verbindung setzten.

3) Beobachtungsnetz und Beobachtungszeiten.

Die Anforderungen, welche man an die wettertelegraphischen oder synoptischen meteorologischen Stationen macht, sind im Allgemeinen nicht weit verschieden von denjenigen, welche für die klimatologischen Stationen gelten, abgesehen von persönlichen Verhältnissen, welche bei der Auswahl der Stationen eine grosse Rolle spielen und die Qualität der Beobachtungen, sind es nach Köppen [11]) viererlei Orte, welche mit Vortheil für die Organisation des Beobachtungsnetzes verwendet werden können:

„1) Stationen mit vielseitigen und vollständigen Beobachtungen, welche continuirliche oder doch mindestens an vielen Terminen jeden Tages gemachte Aufzeichnungen liefern und bequem veröffentlichen.

2) Stationen, welche sehr isolirt liegen und Repräsentanten eigenartiger, von jenen der nächstliegenden Stationen oder Netze wesentlich abweichender Klimate sind, oder die einzigen Mittel sind, um grosse Lücken in unseren synoptischen Karten der Einzelzustände auszufüllen.

3) Stationen mit sehr langjährigen, möglichst in sich vergleichbaren Beobachtungsreihen.

4) Paare oder Gruppen von Stationen, welche so benachbart sind, dass die grossen geographischen Bedingungen der Breite und Länge als identisch angesehen werden können und der Unterschied in den topographischen Bedingungen, einschliesslich der Seehöhe, rein hervortritt.

Natürlich ist die Verwendbarkeit der Beobachtungen um so grösser, wenn mehrere dieser Bedingungen zugleich erfüllt sind. Namentlich ist diese Verbindung bei der ersten und letzten Gruppe sehr angezeigt, welche einander darin analog sind, dass sie durch

Verkleinerung der räumlichen und zeitlichen Abstände zwischen den Beobachtungen die grösstmöglichste Intensität in Bezug auf die Ausfüllung der Zeit und des Raumes anstreben.

Beide Gruppen (1 und 4) sind vorzugsweise zwei hochwichtigen Gegenständen gewidmet: die Erforschung des physikalischen resp. mechanischen Theils in den Einzelerscheinungen einerseits und der täglichen Periode der meteorologischen Phänomene andererseits; erst in ihrer Verknüpfung können beide Richtungen vollkommen fruchtbar werden, denn die besten Registrirapparate lassen uns für eine Erklärung ihrer Angaben im Stich, wenn wir nichts über die räumlichen Verhältnisse der von ihnen angezeigten Vorgänge wissen, und die Thatsachen, welche wir über die letzteren für ein einzelnes Element und für blosse zwei oder drei Beobachtungen am Tage feststellen, lassen der Willkür in ihrer Erklärung weiten Spielraum, so lange wir über den ganzen Verlauf der Erscheinung im Dunkeln bleiben."

Bei der Auswahl der Stationen für das Beobachtungsnetz muss aber für die Wettertelegraphie ausserdem noch darauf geachtet werden, dass die Stationen möglichst gleichförmig über das Gebiet vertheilt sind, und dass sie, abgesehen von den Gruppen 2 und 4 soweit sie zum Studium eigenartiger, localer Witterungsphänomene benutzt werden, die Beziehung zur allgemeinen Wetterlage möglichst frei von rein örtlichen Einflüssen wiedergeben.

Die Wichtigkeit des für synoptische Zwecke nothwendigen Beobachtungsnetzes richtet sich nach den topographischen Verhältnissen jedes Gebietes, nach der Eigenartigkeit, wie sich in diesen Gebieten die Witterungsänderungen vollziehen, ob jenes häufiger von Störungen aufgesucht ist, wie sich diese Störungen verhalten, wie sie sich umwandeln und welchen Weg sie vorzugsweise einschlagen, und dann nach den Anforderungen, welche man, entsprechend den verschiedenen Bedürfnissen, an die Wettertelegraphie stellt. Gilt diese nur dem Interesse des Sturmwarnungswesens, wo nur die Richtung und Stärke des Windes, welche von der Vertheilung des Luftdruckes abhängen, in Betracht kommen, so dürfte im Allgemeinen ein ziemlich weitmaschiges Netz diesem Zwecke genügen, vorausgesetzt, dass die Qualität der Stürme ausser Zweifel steht. Handelt es sich aber um die ungleich vielseitigeren landwirthschaftlichen Interessen, bei welchen Witterungselemente die Hauptrolle spielen, welche schon auf sehr kleinen Entfernungen ganz bedeutende Verschiedenheiten zeigen können, und wo der allgemeine Verlauf der Witterung, durch die

Eigenartigkeit der Gegend oder durch andere Umstände nicht selten in gewissem Masse gestört wird, so ist schon ein dichteres Netz von berichterstattenden Stationen zu nehmen, allein immerhin soll man dabei bedenken, dass nicht mehr Material, abgesehen von der Güte desselben, in den wettertelegraphischen Dienst hineingezogen werden darf, als auch mit Erfolg verarbeitet werden kann, indem weitere Untersuchungen nachträglich unter Zuhilfenahme eines reichhaltigeren Materials stattfinden können.

Nach unseren Erfahrungen, die wir nach dieser Richtung hin nach und nach gesammelt haben, scheint es genügend, aber in den meisten Fällen auch nothwendig, wenn die einzelnen telegraphisch berichterstattenden Stationen eine mittlere gegenseitige Entfernung von etwa 200—300^{km} haben und dass in denjenigen Gegenden, in welchen der Verlauf der Witterungserscheinungen eine eingehendere Verfolgung und eine besondere Beachtung erheischt, die Maschen des Beobachtungsnetzes dichter gezogen werden sollen, als dort, wo die Witterungsphänomene weniger complicirt und weniger wichtig für die angestrebten Zwecke sind.

Abgesehen von Russland ist auf dem europäischen Continente die Dichte der Stationsnetze für Wettertelegraphie fast übereinstimmend im Inland nahezu doppelt so gross, als im Auslande, und diese Dichte dürfte bei guter Vertheilung im Allgemeinen den Anforderungen der Wettertelegraphie genügen. Vergleichen wir das Beobachtungsnetz der Vereinigten Staaten mit jenem der Seewarte, so ist das erstere bei fast doppeltem Areal, viel weniger dicht als das letztere, insbesondere im Inlande, wo auf 1000 □Meilen in Amerika nur circa 0,5, bei der Seewarte circa 2,7 Stationen im Inlande und 0,5 im Auslande kommen. Nur in dem Gebiete östlich vom Mississippi ist die Dichtigkeit der Stationen viel grössser (circa 1,2 auf 1000 □Meilen).

Vergleichen wir weiter die beiden Stationsnetze mit einander, so finden sich mehrere durchgreifende Unterschiede, welche für die Wirksamkeit beider Systeme von hoher Bedeutung sind.

Wie ich weiter unten des Näheren zeigen werde, schreiten in unseren Breiten die atmosphärischen Erscheinungen im Gefolge der für die ausübende Witterungskunde so wichtigen Depressionen mit sehr geringen Ausnahmen nach östlicher Richtung fort, und zwar, abgesehen von der Erdrotation, im Zusammenhange mit der normalen Abnahme des Luftdruckes und der Temperatur von Süden nach Norden hin, wobei mit wachsender Breite die Schwankungen des Luftdruckes und des Wetters überhaupt zunehmen. Wollen wir also

den wahrscheinlichen Charakter der kommenden Witterung beurtheilen, so müssen wir unser Augenmerk zunächst nach Westen und Nordwesten richten; die britischen Inseln und Umgebung sind es, woher wir unser Wetter zu erwarten haben, ja die vorwaltende Wetterlage, insbesondere die Luftdruckvertheilung auf dem nordatlantischen Ocean, giebt die Bedingungen für einen kalten oder gelinden Winter, oder einen kühlen oder warmen Sommer. Daher befinden sich die Länder Europas, welche nach Westen gegen den Ocean vorgeschoben sind, wie die iberische Halbinsel, Frankreich, die britischen Inseln und Norwegen, gegenüber der Wetterprognose in einer viel ungünstigeren Lage, als diejenigen, welche mehr nach Osten hin liegen; die ersteren müssen im Allgemeinen viel häufiger von Stürmen und Witterungswechsel überrascht werden als die letzteren. Hieraus ergiebt sich der grosse Vortheil, namentlich für das westliche Europa, wenn man den Wetterdienst weiter nach Westen auf den Ocean ausdehnen würde, indem man die Faröer, Island, Grönland und die Azoren mit Europa telegraphisch in Verbindung setzte. Allein auch die östlich gelegenen Gegenden sind für die Entwickelung der Witterungszustände und für die Prognose durchaus nicht ohne Bedeutung. Denn die eben erwähnte allgemeine Regel für das Fortschreiten der Witterungsphänomene von West nach Ost erleidet mannigfache Ausnahmen und Modificationen, deren Grund hauptsächlich in der Gesammtwetterlage im Osten und Süden zu suchen ist, so dass auch die von Westen kommenden typischen Witterungserscheinungen entweder ganz umgewandelt oder von ihrer ursprünglichen Bahn vollständig abgelenkt werden können, wie ich es unten noch ausführlich besprechen werde.

Nach Süden hin nimmt der typische Charakter der grossen Witterungserscheinungen ab, die Schwankungen im Witterungscharakter werden der Grösse nach im Allgemeinen geringer, andererseits treten locale Erscheinungen mehr in den Vordergrund und modificiren die allgemeinen atmosphärischen Bewegungen. Das ganze Mittelmeerbecken betheiligt sich scheinbar meist nicht an den grossen Witterungsvorgängen im Norden.

Ungünstig ferner für die Wetterprognose liegen Schweden und das ganze nördliche Russland. Denn die Depressionen kommen hier nicht allein vom Westen, sondern auch fast ebenso häufig von Nordwesten und Norden, so dass diese Länderstrecken häufigen Ueberraschungen ausgesetzt sind.

Von allen europäischen Stationsnetzen ist dasjenige der See-

warte, wie aus den vorhergehenden Erörterungen folgen dürfte, für Sturmwarnungen und Wetterprognosen in der günstigsten Lage, allein noch viel günstiger ist die Lage Washingtons zu dem nach Westen und Nordwesten weit ausgedehnten Stationsnetze, welches ein Areal von fast 300 000 □M. umfasst. Dazu kommt noch, dass die Fortpflanzung der Witterungserscheinungen von Westen nach Osten in einer viel regelmässigeren Weise von Statten geht, als in Europa: während in Europa die Bahnen der Depressionen ein sehr verwickeltes Netz bilden und ausserordentlich viele Abweichungen von der durchschnittlichen Lage zeigen, so tritt uns in Amerika das Bild der Zugstrassen der Depressionen „in grossen und einfachen Zügen entgegen; eine Strasse, die über die oberen Seen und Canada in gerader östlicher Richtung nach Neu-Braunschweig führt, dominirt vollkommen und zeigt eine Frequenz der Minima, welche das $2\frac{1}{2}$—3fache von jener der frequentesten übrigen Zugstrassen beträgt. Auf dieser Strasse bewegen sich die im Allgemeinen nicht sehr tiefen Minima mit einer doppelt so grossen durchschnittlichen Geschwindigkeit, als sie in Europa einhalten und von einander getrennt durch ebenso fortschreitende Maxima, so dass der mittlere Luftdruck auf dieser Zugstrasse trotz ihrer Frequenz höher ist, als weiter im Norden [12])."

Nehmen wir noch hinzu die einheitliche, straffe und vollkommenere Organisation des ganzen Beobachtungsnetzes und des Wetterdienstes, welche sich auch auf die mit Washington in engster Beziehung stehenden canadischen Staaten erstreckt, so kann man wohl erwarten, dass die Leistungsfähigkeit und die Erfolge des amerikanischen Systems grösser sein müssen, als diejenigen der weit ungünstiger situirten Systeme Europas.

Die telegraphisch berichterstattenden Beobachter des Signal Service gehören einem besonderen Armeecorps, der Militär-Telegraphenabtheilung an, welche in der Friedenszeit ihre Kräfte ausschliesslich den Zwecken des Signal Service widmen und welche eine sehr gute Remuneration beziehen (die Beobachter im Jahre 1871 ca. 3500 Mark incl. Zulage; Gehilfen, welche noch keine Prüfung gemacht haben, ungefähr die Hälfte). Alle Beobachter erhalten ihre Ausbildung auf dem Fort Myer (früher Fort Whipple genannt) und haben vor Eintritt in den Wetterdienst des Signal Service ein Examen zu bestehen [13]). Die Controle der Beobachter wird durch eigens dazu angestellte Beamte geführt und Vernachlässigungen des Dienstes werden nach den Militärgesetzen bestraft.

Die Beobachter auf den britischen Inseln, welche dem meteoro-

logischen Amte in London Wetterdepeschen einschicken, sind hauptsächlich Telegraphenbeamte, Lehrer, Signalisten u. dgl. und diese erhalten für ihre Dienstleistungen eine jährliche Remuneration von 260—400 Mark [14]).

Im europäischen Continente erhalten die telegraphisch berichterstattenden Beobachter im Allgemeinen keine Remuneration oder doch nur eine verhältnissmässig geringe Vergütung, die gewöhnlich für die Beförderung der Depeschen zum Telegraphenamte als Botenlohn von der Centralanstalt bewilligt wird. Dabei gehören die Beobachter den verschiedensten Berufsklassen, am meisten indessen dem Lehrer- oder Professorenstande an. Wie bereits oben erwähnt wurde, sind die Centralstellen des europäischen Continents vorzugsweise auf das Ausland angewiesen und es muss daher die Controle der Beobachtungen und der Wettertelegramme von jedem einzelnen Institute in seinem eigenen Beobachtungsnetze vollzogen werden.

Das System der Deutschen Seewarte umfasst an der Küste, abgesehen von der Centralstation Hamburg, 8 Normal-Beobachtungsstationen oder Stationen erster Ordnung (Memel, Neufahrwasser, Swinemünde, Wustrow, Kiel, Keitum auf Sylt, Wilhelmshaven und Borkum) und ausserdem 2 Ergänzungsstationen, Stationen der zweiten Ordnung (Cuxhaven und Rügenwaldermünde). Die Vorsteher zweier Stationen (Swinemünde und Neufahrwasser), welche zugleich Hauptagenturen der Seewarte sind, erhalten als Remuneration jährlich 2400 Mark, die Vorsteher der Normalbeobachtungsstationen durchschnittlich 450 Mark und diejenigen der Ergänzungsstationen 150 Mark.

Zu Zwecken der Wettertelegraphie wird die Seewarte ausserdem noch von den einzelnen Systemen in Deutschland mit Wettertelegrammen nach Bedarf versorgt. Die Beobachter aller dieser Stationen erhalten für ihre telegraphische Berichterstattung, abgesehen von einer Vergütung für die Beförderung der Wetterdepeschen zum Telegraphenamte und der Zustellung der täglichen Wetterkarten und der monatlichen Publicationen der Seewarte, keinerlei Remuneration. Beiläufig sei bemerkt, dass die Vorsteher der Signalstellen, für den Signaldienst, die Beobachtungen und die Berichterstattung durch die Post oder den Telegraphen zur Zeit unruhiger Witterung, im Ganzen eine jährliche Remuneration von 150 Mark beziehen.

Die inländische wettertelegraphische Berichterstattung an die deutsche Seewarte vertheilt sich (1885) auf 7 Observatorien oder Centralanstalten 9 Lehrer, 4 Professoren, 3 Capitäne, 1 Hafenmeister, 1 Obersteuermann der Marine, 1 Seelootse, 1 Obertelegraphist,

1 Konservator, 1 Calculator und 1 Hôtelbesitzer. Ein Wechsel der Beobachter kommt höchst selten vor, so dass fast alle eben aufgeführten Beobachter schon eine Reihe von Jahren, meist seit Bestehen der Seewarte, diesem Institute telegraphischen Bericht erstatten, welches nicht ohne Einfluss auf die Qualität des Materiales ist.

In den übrigen europäischen Staaten sind die Beobachter meist ebenfalls aus allen Berufsclassen zusammengesetzt, wobei die Lehrer an öffentlichen Anstalten entschieden prädominiren.

Die Anzahl der täglich an den einzelnen Instituten einlaufenden Morgentelegramme, welchen meist auch die Beobachtungen des vorhergehenden Abends beigefügt sind, ergiebt sich, soweit mir das Material vorliegt, aus nebenstehender Tabelle, wobei nicht berücksichtigt wurde, ob die Depeschen direkt oder durch Vermittelung einer Centralanstalt befördert werden.

Die deutschen Centralstellen für Wettertelegraphie erhalten ihr Material von der Seewarte, indessen empfängt München, abgesehen von den bayerischen Stationen, noch Depeschen aus der Schweiz, Italien und Oesterreich, Chemnitz telegraphische Wetterberichte von 4 Stationen Sachsens und Stuttgart noch ein Telegramm von der Centralanstalt Zürich.

Telegraphische Wetterberichte aus Algerien gehen täglich nach Paris (9) und Bern (4).

In Washington laufen täglich von 100 inländischen und 7 canadischen Beobachtungsstationen Wetterdepeschen ein und zwar aus New-England 5, den mittleren atlantischen Staaten 10, den südatlantischen Staaten 6, aus Florida 1, den östlichen Golfstaaten 6, den westlichen Golfstaaten 6, Rio-Grande-Thal 12, der unteren Seeregion 7, der oberen Seeregion 9, dem oberen Mississippi-Thal 8, dem Missouri-Thal 4, aus dem äussersten Nordwesten 4, dem nördlichen Felsengebirge 5, dem mittleren 4, dem südlichen 3, dem Pacifischen Küstengebiete 10, Canadien 7. Toronto erhält Wettertelegramme 3mal täglich von 26 inländischen und durch Washington Morgens von 61, am Nachmittage von 44 und am Abend von 49 ausländischen Stationen.

In Bezug auf einige andere in anderen Welttheilen gelegene Gegenden mögen noch nachstehende Notizen hier eine Stelle finden. Algier erhält täglich von 25 inländischen Stationen telegraphische Nachricht und ausserdem ein Telegramm aus Paris über den Verlauf der Isobaren über Europa. Nach Tokio (Japan) liefern 31 Stationen (3mal täglich) das wettertelegraphische Material[15]). In Colombo (Ceylon)

gehen täglich von 10 Stationen Wettertelegramme ein. In Australien werden (1881) täglich um 9^h a. m. und in einigen Fällen auch um 9^h p. m. Wetterdepeschen ausgewechselt zwischen Victoria, Neu-Süd-Wales und Perth, und zwar von 13 Stationen in Südaustralien. 5 in Victoria, 1 in Tasmanien, 9 in Neu-Süd-Wales, 2 in Quensland, 2 in West-Australien. In neuester Zeit sind auch Neu-Seeland. Neu-Caledonia und die Fitschi-Inseln in den telegraphischen Verkehr hineingezogen worden [16].

Tabelle I..

Wettertelegraphisches Material für den Morgendienst.

Aus	Areal qkm	Hamburg.	München.	Stuttgart.	Carlsruhe.	Chemnitz.	Magdeburg.	London.	Paris.	Brüssel.	Amsterdam.	Kopenhagen.	Christiania.	Stockholm.	Helsingfors.	Petersburg.	Portugal.	Zürich.	Rom.	Wien.	Budapest.
Deutschland . .	450631	28	14	13	13	20	16	1	9	8	6	7	—	7	—	7	—	7	10	6	3?
Grossbritannien	315326	11	7	3	3	11	11	31	7	7	3	3	4	4	—	4	—	5	3	3	—
Frankreich . .	528577	10	5	4	4	4	4	9	41	10	8	7	4	—	—	8	9	—	9	5	—
Belgien . . .	29455	2	—	—	—	—	—	1	1	4	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
Niederlande . .	32840	3	1	1	1	2	2	1	1	4	7	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
Dänemark . .	38237	4	2	1	1	2	2	2	2	1	1	10	2	2	—	2	—	1	—	1	
Norwegen . .	316694	4	1	1	1	3	3	4	4	2	2	3	8	4	4	4	—	2	—	—	—
Schweden . .	442208	4	2	2	2	2	2	4	4	1	2	4	4	9	4	4	—	2	—	1	—
Finnland . . .	—	7	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	9	}72	—	—	—	1	—
Russland . . .	—	9	3	2	2	2	2	—	9	—	—	2	—	3	8		—	5	5	5	3?
Spanien u. Port.	596661	—	—	—	—	—	—	1	11	—	—	—	—	—	—	—	16	—	4	—	—
Schweiz . . .	41223	2	5	?	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	—	15	4	5	—
Italien	296323	6	10	—	—	—	—	—	10	—	—	—	—	—	—	5	—	10	40	6	4?
Oesterr.-Ungarn	624045	8	4	2	2	6	6	—	7	—	—	—	—	—	—	8	—	8	10	28	40?
Andere Länder	—	—	—	—	—	—	—	—	11	—	—	—	—	—	—	2	—	—	6	2	8
Inland	—	28	(14)	(13)	(13)	(20)	(16)	31	41	4	7	10	8	9	9	72	16	15	40	28	40?
Ausland . . .	—	70	40	16	16	32	32	23	84	36	23	26	14	21	16	45	9	42	51	35	18?
Summa . .		98	54	29	29	52	48	54	125	40	30	36	22	30	25	117	25	57*)	91	53	58

Schon bald nach der allgemeinen Anwendung der Wettertelegraphie für die Sturmwarnungen und die Wetterprognosen stellte sich ein dringendes Bedürfniss heraus, mehr als einmal des Tages Wettertelegramme zu erhalten, um den Verlauf der Witterung in kürzeren Zeitabschnitten zu verfolgen, als es bisher geschehen war. Die Witterungserscheinungen sind, namentlich in den nördlichen Gebietstheilen Europas, nicht selten so raschen und unvermutheten Aenderungen unterworfen, dass es zuweilen unmöglich erscheint,

*) Im Kopenhagener Bericht des permanenten Comité von 1882 ist die Zahl der Wetterdepeschen übermittelnden Stationen für die Schweiz auf 73 angegeben.

nach 24 Stunden ohne Zwischenbeobachtungen den Verlauf der atmosphärischen Vorgänge mit Sicherheit zu erkennen. Dieser Umstand bietet insbesondere der erfolgreichen Wirksamkeit des Sturmwarnungswesens die grösste Schwierigkeit, indem bei einem Intervall von 24 Stunden häufiger vor Ablauf desselben unvermuthete Störungen hereinbrechen, welche die Küste überraschen, ohne dass diese vor der drohenden Gefahr hätte gewarnt werden können. In den Einleitungen zu der von der Seewarte herausgegebenen „Monatliche Uebersicht der Witterung“ habe ich wiederholt auf die Wichtigkeit und Nothwendigkeit der Einführung kürzerer Zeitintervalle, speciell der Einrichtung eines Abenddienstes an der Seewarte im Interesse des Sturmwarnungswesens hingewiesen und auf concrete Fälle aufmerksam gemacht. Aus diesen hebe ich nur die schweren und verheerenden Stürme vom 21. Oktober 1880 hervor[17]), welche in der Nacht über die westdeutsche Küste hereinbrachen, ohne dass diese von der Gefahr benachrichtigt werden konnte. Am 20. am Vor- und Nachmittage war das Wetter an der ganzen Küste ruhig und die Wetterlage liess zwar einiges Auffrischen der Winde erwarten, allein für stürmische Winde waren zunächst noch keine Aussichten vorhanden. Indessen zeigten sich am Abend so rasche Aenderungen in Wind und Wetter, dass die Situation für die ganze deutsche Küste einen sehr gefahrdrohenden Charakter annahm, so dass die Küste nicht allein hätte gewarnt werden können, sondern gewarnt werden müssen, wenn die Seewarte am Abend telegraphische Nachrichten erhalten hätte. Hätte die Einführung des Abenddienstes nur den einzigen Erfolg gehabt, dass die Küste rechtzeitig auf diesen Sturm vorbereitet worden wäre, so wäre dieses unstreitig hinreichend, die Mehrausgaben für jenen Dienst auf mehrere Jahre zu decken.

Nicht allein im Interesse des Sturmwarnungswesens ist die Vermehrung der Termine für die Berichterstattung geboten, sondern auch für die Zwecke der Landwirthschaft ist dieselbe ein dringendes Desiderat. Um ein gegründetes Urtheil über den wahrscheinlichen Verlauf der Witterung abgeben zu können, ist es vor Allem nothwendig, mit Sicherheit die Aenderung des Wetters in der letztvorangegangenen Zeit, und die Aenderungstendenz der Witterung zu kennen, welches aber bei einem Zeitintervall von 24 Stunden in vielen Fällen nicht geschehen kann.

So sehr sich auch das Desiderat, die Termine zu vermehren, fühlbar machte, so konnte in Europa nur nach und nach und theil-

weise diesem Bedürfnisse abgeholfen werden, wogegen es die amerikanischen Verhältnisse gestatteten, nach dieser Richtung hin durchgreifende und rationelle Massregeln zu ergreifen. Täglich 3mal laufen in Washington die Wettertelegramme von den Stationen der Vereinigten Staaten ein, mit einer Pünktlichkeit und Vollständigkeit, wie es in keinem Staate der Welt der Fall ist, und zwar isochron um 7^h a. m. 3 und 11^h p. m. (früher $7^h\ 35^m$ a. m., $4^h\ 35^m$ und $11^h\ 35^m$ p. m.) bezogen auf den 75. Meridian. In Europa, wo die Mittel und Arbeitskräfte nur in sehr bescheidener Weise gewährt sind und vielfach auf den guten Willen gerechnet werden muss, stösst die Vermehrung der Termine, womit auch eine grössere Belastung der Bericht erstattenden Beobachter, der Telegraphenämter und der Centralanstalten verknüpft ist, auf grosse Schwierigkeiten, die nur nach und nach zu überwinden sind.

Dem Bedürfnisse nach weiterer Information während des Intervalls von 24 Stunden wurde im Anfange der 70er Jahre, zunächst dadurch entsprochen, dass den Morgendepeschen, wie es schon früher angeregt war, auch die Beobachtungen vom Vorabende beigefügt wurden, so dass man nach und nach in die Lage kam, auf Grund dieser Ergänzungen eine ziemlich vollständige Abend-Wetterkarte für Europa zu konstruiren und so wenigstens eine Lücke auszufüllen.

Ein anderer Schritt zur Verbesserung der Wettertelegraphie war die Einführung des Nachmittagsdienstes. Dieser bestand schon mehrere Jahre vor Errichtung der Seewarte in England, Frankreich und Norwegen, gegenwärtig werden Nachmittagsbeobachtungen in mehr oder weniger grosser Anzahl direkt erhalten, soweit mir bekannt ist*), in Deutschland, England, den Niederlanden, Dänemark, Schweden, der Schweiz und Oesterreich.

In noch höherem Maasse wurde dem Bedürfnisse nach Vermehrung der Termine entsprochen durch Einrichtung des Abenddienstes, wie sie in beschränkter Weise in den Niederlanden, in vollständigerer Weise auf den britischen Inseln, insbesondere aber in Deutschland (seit Herbst 1882) zur Durchführung kam. Der Abenddienst in Deutschland dient ausschliesslich vorläufig nur den Zwecken des Sturmwarnungswesens und beschränkt sich daher nur

---

*) In Frankreich besteht eine telegraphische Berichterstattung am Nachmittage, deren specielle Einrichtung nicht veröffentlicht zu sein scheint, und deren Details ich daher nicht kenne.

auf die unruhigere Jahreszeit (etwa vom 15. September bis zum 15. Mai), indem im Sommer meistens nur kleinere, vielfach locale Störungen (z. B. Gewitterböen) auftreten, welche hier und dort einem Küstenorte Gefahr bringen können, und welche mit mehr Sicherheit, als bisher zu signalisiren, nach dem jetzigen Stande der ausübenden Witterungskunde der Abenddienst wohl nicht beitragen könnte. Es erscheint gegenwärtig weniger nutzbringend, diesen Dienst auch auf die Interessen des Binnenlandes auszudehnen, denn einerseits genügt das des Abends einlaufende wettertelegraphische Material bei Weitem nicht (Frankreich, Schweden, Russland und Oesterreich fehlen ganz), um auch nur einigermassen sichere Anhaltspunkte für die Wetterprognose für das Binnenland zu gewinnen, und andererseits könnte die Zeitdauer, für welche die Prognose gilt (für die folgenden 24 Stunden), nur um 6 Stunden, also für die folgende Nacht voraus verschoben werden, ganz abgesehen davon, dass eine allseitige Verbreitung der Prognosen nach 9^h p. m. unter den gegenwärtigen Verhältnissen nicht durchführbar ist und auch wohl nicht sehr zweckmässig sein würde.

In der nebenstehenden Tabelle ist die Anzahl der Stationen, welche nach den verschiedenen Centralstellen der in der Verticalreihe angegebenen Länder täglich ein-, zwei- oder dreimal telegraphischen Bericht erstatten, angegeben, wobei wir uns auf die von den einzelnen Instituten ausgegebenen Bulletins, auf die Kopenhagener Berichte des permanenten Comités vom Jahre 1882 und auf private Mittheilungen von einigen Instituten beziehen.

Nach dem gegenwärtigen Stande und dem im Allgemeinen langsamen Fortschritte der ausübenden Witterungskunde und des richtigen Verständnisses beim Publikum dürften 3 tägliche Telegramme von einer genügenden Anzahl auf einem hinreichend grossen Gebiet zweckmässig vertheilter Stationen, bei raschem und rationell eingerichtetem Depeschenverkehr hauptsächlich dasjenige sein, was wir zunächst erreichen können und zu erreichen hoffen; das Ideal der Wettertelegraphie, nämlich die Verbindung der Registrirapparate der Beobachtungsstationen durch Specialdrähte mit den Centralstationen und der Centralstationen unter einander, eine Idee, die nur für kleinere Staaten und local, z. B. für isolirte Bergkuppen, Aussicht auf Realisirung hat, wird im Grossen noch lange Zeit der Verwirklichung harren.

Ausser dem Missstande, welcher in dem Mangel eines raschen und rationellen Depeschenverkehrs liegt, bieten die in den ver-

schiedenen Ländern gebräuchlichen Beobachtungstermine und ihre Abweichungen der europäischen Wettertelegraphie nicht minder erhebliche Schwierigkeiten, die um so mehr auffallen, als das Bedürfniss nach Einheit in den Beobachtungsstunden allgemein von den verschiedenen Instituten empfunden wird und häufiger der Gegenstand eingehender Berathung war. In den letzten Columnen der vorhergehenden Tabelle sind die Beobachtungsstunden mitgetheilt, wie sie in den einzelnen Ländern für die Wettertelegraphie gebräuchlich sind. Aus derselben ist die grosse Verschiedenheit der Termine für die verschiedenen Länder ersichtlich, ja in einigen Ländern kommen, abgesehen von den Simultanbeobachtungen, sogar zwei verschiedene Systeme von Beobachtungsterminen vor.

Tabelle II.

Wetterdepeschen erhalten:	Zahl der Stationen, welche täglich Bericht erstatten und Beobachtungstermine für den wettertelegraphischen Dienst.								
	Beobachtungstermine im Inlande *).			Vormittags vom		Nachmittags vom		Abends vom	
	a. m.	p. m.	p. m.	Inl.	Ausl.	Inl.	Ausl.	Inl.	Ausl.
Deutschland . . .	8	2	8	28	70	14	11	17	11
Grossbritannien . .	8	2	6	31	23	15	2	19	—
Frankreich	7	—	(6)	41	84	—	—	—	—
Belgien	8	—	(7)	4	36	—	—	—	—
Niederlande . . .	8	0^h 30**)	7 **)	7	23	4	1	4	—
Dänemark	8	2	$(9)^h$	10	26	4	8	—	—
Norwegen	8	—	(8)	8	14	—	—	—	—
Schweden	8	2	(9)	9	21	3	2	—	—
Russland (Finnland)	7	1	(9)	72	45	—	—	—	—
Schweiz	7	1	(9)	15	42	12	—	—	—
Italien	7	—	(9)	40	51	—	—	—	—
Oesterreich-Ungarn .	7	—	(9)	28	35	3	—	—	—
Portugal	9 (8)	—	—	16	9	—	—	—	—

Auf der dritten Versammlung des internationalen Meteorologen-Comités in Paris während der ersten Septemberwoche 1885 kam dieser Gegenstand wiederum zur Berathung. Das Comité hielt es für erwünscht, dass Angesichts der Unmöglichkeit, absoluten Synchronismus der Beobachtungen in Europa zu erzielen, die gleiche Ortszeit der Beobachtung in allen Ländern angenommen werde. (Hier-

*) Die eingeklammerten Zahlen beziehen sich auf die Zeiten der Abendbeobachtungen, die den Morgentelegrammen beigegeben werden.

**) Utrecht ausserdem um 2^h p. m., Helder um 8^h p. m., Utrecht ausserdem um 10^h p. m.

nach würde in Nordwesteuropa, Deutschland und einigen anderen Ländern statt um 8^h a. m. um 7^h a. m. abgelesen werden; dieses wäre jedenfalls ein grosser Fortschritt.)

Ein grosser Uebelstand ist es, dass, ausser in den Vereinigten Staaten*), nirgends die Beobachtungstermine äquidistant sind, wo-

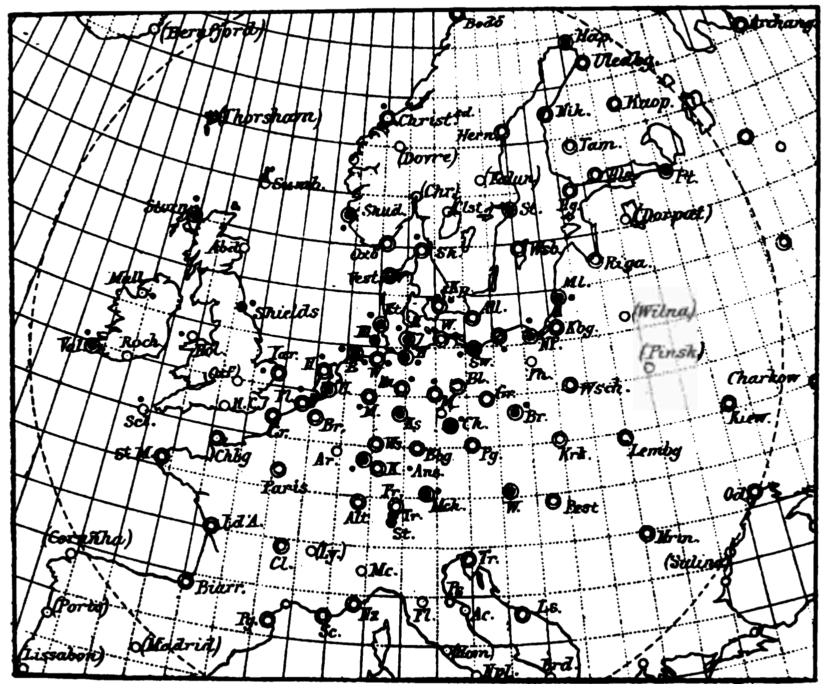


Fig. 1. Schlüssel für die Wetterberichte der Seewarte.

○ Station, von welcher nur die Morgenbeobachtungen telegraphisch einlaufen.
O Station, von welcher dem Morgentelegramm auch die Beobachtung vom vorhergehenden Abend hinzugefügt wird.
● Station, von welcher ausser dem Morgentelegramm ein zweites vom Nachmittage einläuft.
◉ Station, für welche das unter **O** und ● Gesagte gleichzeitig gilt.
• Station, von welcher von Mitte September bis Ende April die Abendbeobachtungen einlaufen (für Abenddienst).
Von den Stationen, deren Namen eingeklammert sind, erhält die Seewarte keine Wetterdepeschen.

durch die klare und scharfe Auffassung der Aenderungen der einzelnen Witterungselemente erheblich erschwert wird. Am meisten entsprechen in der Tabelle noch die Termine 8, 2, 8, indem diese die Tageszeit in 2 gleiche Hälften zerlegen, so dass es nur noch der Nachtstunde 2^h a. m. bedürfte, um völlige Aequidistanz zu erreichen. Ohne Einrichtung dieser Nachtstunde wären allerdings

*) Erst in neuerer Zeit.

besser die von Dove für das preussische Beobachtungsnetz eingeführten genau äquidistanten Termine 6^h a. m., 2^h p. m. und 10^h p. m., welche für Deutschland durchschnittlich von den amerikanischen nicht weit abliegen.

Sehr störend und leicht irreführend ist die sprungweise Aenderung der Beobachtungsstunde, wie sie nach der vorigen Tabelle an vielen Ländergrenzen, oder, was noch viel schlimmer ist, in demselben Systeme vorkommt. Aber auch bei gleicher Localzeit vereinigen wir Witterungszustände zu einem einzigen Bilde, die in der Wirklichkeit nicht ganz gleichzeitig sind, indem die Vorgänge im Osten auf frühere, im Westen auf spätere Beobachtung sich beziehen, wobei die Zeitdifferenz mit der geographischen Länge zunimmt. Aus dem letzteren Grunde schreitet der bei Anwendung gleicher Localzeit entstehende Fehler ganz continuirlich mit der Entfernung zwischen West und Ost fort, gerade so, wie auch die gegenseitige Wechselwirkung der Witterungserscheinungen mit der Entfernung abnimmt, so dass derselbe also für kleinere Gebiete nicht in Betracht kommt.

So wünschenswerth bei der gegenwärtigen Lage der Wettertelegraphie schon die Anwendung gleicher Localzeit wäre, so ist die allgemeine Durchführung derselben nicht so einfach, als es auf den ersten Blick erscheinen möchte. Bei der Wahl der Beobachtungstermine in Anschluss an die klimatologischen Beobachtungen ist hauptsächlich Rücksicht darauf zu nehmen, dass die Combination derselben direkt vergleichbare Mittelwerthe liefert, und die Termine den täglichen Gang womöglich aller, oder der wichtigsten meteorologischen Elemente am besten wiedergeben. Für ein kleineres Gebiet von gleichem topographischen Charakter, namentlich ohne Gegensätze in maritimer und continentaler Lage, ohne erhebliche Unterschiede der Seehöhen, können und müssen die Beobachtungstermine nach gleicher Localzeit eingerichtet werden; aber wenn es sich um ausgedehnte Länderstrecken, wie ganz Europa handelt, so ist die Durchführbarkeit gleicher Lokalzeit sehr viel schwieriger. Denn man erhält dann für die verschiedenen Länder heterogene, nicht direkt vergleichbare Mittelwerthe, und auch die aus den Terminen abgeleitete tägliche Curve der meteorologischen Elemente liefert nicht die charakteristischen Punkte, die uns am wichtigsten erscheinen. Da es nun unmöglich ist, die Beobachtungstermine so zu legen, dass alle meteorologischen Elemente die vergleichbarsten und brauchbarsten Mittelwerthe liefern, erscheint es nothwendig, nur ein oder

einige Elemente bei der Terminwahl zu berücksichtigen und hierzu eignet sich ganz besonders die Temperatur.

„Es ist unbedingt nothwendig," bemerkt Hann [18]), „sowohl um direkt vergleichbare Mittelwerthe zu erhalten, als auch zur Kenntniss des täglichen Ganges der verschiedenen meteorologischen Elemente zu gelangen, dass in jedem Lande nach Maassgabe seiner Ausdehnung und seiner Localverschiedenheiten mehr oder minder zahlreiche Stationen mit selbstregulirenden Instrumenten oder direkten stündlichen Ablesungen errichtet werden. Die stündlichen Aufzeichnungen sollten in extenso veröffentlicht werden. Wir sind der Ansicht, dass das gegenwärtige System von internationalen Beobachtungen in Europa ein sehr nützliches ist und einen grossen Fortschritt gegenüber der Periode vor dem Wiener Congress bedingt. Es könnte gewiss noch manches besser sein, aber auch in der Meteorologie muss man auf der Hut sein, dass nicht das Bessere des Guten Feind werde, was unzweifelhaft eingetreten wäre, hätte man die absolute Uebereinstimmung der Beobachtungstermine als unerlässliches Erforderniss hingestellt."

Hiernach erscheint es schwierig und aussichtslos, ein einheitliches, an die gewöhnlichen meteorologischen Beobachtungen sich anlehnendes System der Terminbeobachtungen, welches gleichzeitig als theoretisch vollkommen bezeichnet werden könnte, für die Wettertelegraphie zur allgemeinen Annahme zu bringen. Es wird sich also hier nur noch darum handeln, für unsere Zwecke ein eigenes, unabhängiges System einzurichten. Ein solches eigenes, für die Wettertelegraphie organisirtes System finden wir in Nordamerika, wo aber nicht etwa gleiche Localzeit, sondern Simultanzeit den Beobachtungen zu Grunde gelegt ist. Der Hauptgrund, welcher das Washingtoner Institut für die Wahl der Simultanzeit bestimmte, mag ein zweifacher gewesen sein: zunächst wäre bei gleicher Ortszeit die zum möglichst raschen Depeschenaustausch ergriffene Maassregel, dass sofort nach der Beobachtung die Telegraphenlinien in Bereitschaft gehalten werden zur Beförderung der meteorologischen Berichte, wegen der grossen Zeitdifferenz zwischen dem äussersten Osten und Westen nicht durchführbar gewesen und es hätte sich bei Einführung gleicher Localzeit eine fast noch grössere Verschleppung der Telegramme eingestellt wie in Europa, wo allerdings an den westlichen Centralanstalten die Telegramme aus dem entfernten Osten fast gleichzeitig mit denen des Westens einlaufen; andererseits würden die Beobachtungstelegramme der näheren östlichen Stationen veralten, ehe

die von den entfernteren westlichen Orten ankommen, indem der Zeitunterschied zwischen Washington und dem äussersten Westen über 3 Stunden beträgt*).

„Mit der immer weiteren Ausbreitung der Wettertelegraphie tritt die Nothwendigkeit einer Uebereinstimmung in den Beobachtungsstunden und zugleich die Frage, ob gleiche Local- oder Simultanzeit für die mitzutheilenden Beobachtungen einzuhalten sei, immer dringender hervor. Die Meinungen in dieser Beziehung sind sehr getheilt; es giebt Viele, die vom wissenschaftlichen Standpunkte die Anwendung derselben faktischen resp. Simultanzeit für das einzig Richtige und den Gebrauch der Localzeit, welche Zustände, die eigentlich nicht ganz gleichzeitig sind, zu einem Bilde vereinigen lässt, für durchaus fehlerhaft erklären, während Andere die Anwendung von Simultanzeit perhorresciren, weil wir dabei das Bild durch Nicht-Elimination der nicht nur die Temperatur, sondern auch sämmtliche meteorologische Elemente beherrschenden täglichen Periode ausserordentlich compliciren und dessen Verständniss, von dem wir ohnedies kaum die ersten Anfänge haben, ungemein erschweren. In der That befinden wir uns in einem von der Natur selbst uns gestellten Dilemma. Dem eigentlichen Sinne der Wettertelegraphie und der Zeichnung synoptischer Witterungskarten, die gleichzeitigen Zustände und deren Zusammenhang uns vor Augen zu führen, entspricht nur der Gebrauch der Simultanzeit vollständig. Aber der in dieser Beziehung bei der Anwendung gleicher Localzeit stattfindende Fehler ist praktisch von keiner Bedeutung, denn er wächst nur ebenso continuirlich mit der Entfernung heran, wie die gegenseitige Beeinflussung der Erscheinungen abnimmt und ist auf kleine Distanzen, wo diese Beeinflussung hauptsächlich von Belang ist, verschwindend. Auch muss man bemerken, dass es unzweifelhaft von bedeutendem Vortheil ist, beim Gebrauche gleicher Ortszeit die Temperaturen, Winde etc. verschiedener Orte ziemlich unmittelbar mit einander vergleichen zu können, während bei gleicher Simultanzeit wir Land- und Seewinde, tägliche Maxima und Minima der Temperatur, Nachmittagsgewitter und Morgennebel u.s.w.

*) Nehmen wir das System der Seewarte als zwischen 10° W und 40° E an, so beträgt die Zeitdifferenz zwischen Hamburg und dem äussersten Westen 1 Stunde 20 Minuten, und dem äussersten Osten 2 Stunden, so dass also bei gleichzeitiger Absendung der Telegramme jene aus der ersteren Gegend um 1 Stunde 20 Minuten sich verspäten, und aus letzterer Gegend um 2 Stunden sich verfrühen würden.

auf einem Bilde vereinigt finden, welches zwar der Wahrheit entspricht, aber in welchem die rasch vorübergehenden und daher im Allgemeinen nicht so wichtigen Einflüsse der Tageszeiten jene der grossen Luftströmungen und der Druckvertheilung theilweise verdecken.

Wir glauben, dass das Gewicht der theoretischen Gründe ziemlich gleich auf beiden Seiten ist, und dass es praktische Rücksichten sind, welche hier den Ausschlag bringen werden. Nun ist es zwar für Institute, welche näher dem westlichen Rande ihres Beobachtungsnetzes liegen — und dieses ist der vorwiegende Fall bei den Instituten des europäischen Continents — ganz angenehm, bei dem langsamen Gange der Telegramme hier durch die Zeitdifferenz die Depeschen der entfernteren östlichen Stationen mit jenen des näheren Westens ziemlich gleichzeitig zu erhalten, für Institute dagegen, die im Osten ihres Landes liegen, wie London und besonders Washington, wäre diese Einrichtung ausserordentlich störend.

Wenn wir in Europa, wie zu hoffen ist, einmal die Nachrichten, statt 2—4, nur 1 Stunde nach der Beobachtung erhalten werden, so wird schon der Nachtheil der Zeitdifferenz auch hier noch allgemein fühlbar werden. Ganz besonders aber wird der Uebergang zu Simultanbeobachtungen unbedingt erforderlich werden, sobald Aussicht vorhanden sein wird, von den europäischen Telegraphenverwaltungen ebenso die Bereithaltung der nöthigen Linien für bestimmte Momente am Tage zur Beförderung meteorologischer Telegramme zu erwirken, wie dieses in Amerika der Fall ist; denn diese Momente müssen ja der Natur der Sache nach simultan in dem ganzen Bereiche des Beobachtungsnetzes sein."

Bei der Einrichtung eines simultanen Beobachtungssystemes zu Zwecken der Wettertelegraphie spielt die Zeitfrage entschieden die Hauptrolle. Diese Frage bot in Nordamerika keinerlei Schwierigkeit, da die Telegraphenverwaltungen durch Gesetz verpflichtet sind, zu jeder Zeit, gleichgültig ob am Tage oder in der Nacht, dem Signal Service zu Diensten zu stehen, so dass also nur noch die Frage in Betracht kam, welche Termine für die Berichterstattung und die Verbreitung der Witterungsaussichten am geeignetsten erschienen.

In Europa liegen, wie schon oben mehrfach angedeutet wurde, die Verhältnisse viel complicirter. Denn hier hat man in erster Linie zu rechnen mit den verschiedenen Telegraphensystemen, mit den verschiedenartigen Wünschen des Publikums in Bezug auf

Zeitungsberichte, Prognosen, Hafentelegramme und Sturmwarnungen, mit den einzelnen Beobachtungsnetzen, mit dem guten Willen der freiwilligen und unbesoldeten Beobachter, kurz es stellen sich Schwierigkeiten so mannigfacher Art der rationellen Reorganisation des wettertelegraphischen Systemes entgegen, dass bei näherer Betrachtung die Aussicht auf Durchführung immer mehr in die Ferne rückt. Dennoch wollen wir es nicht unterlassen, hier kurz alle diejenigen Punkte zu beleuchten, welche bei einer zweckmässigen Einrichtung jenes Systemes hauptsächlich in Frage kommen, und wenn möglich, die Schwierigkeiten auf ein Minimum zurückzuführen.

Zunächst erscheint es nach den früheren Erörterungen nothwendig, dass mehrere, etwa 3 Termine für die telegraphische Berichterstattung angenommen werden, und zwar zu äquidistanten Zeiten, etwa am Morgen, am Nachmittag und am Abend oder in der Nacht. Allerdings wäre es wünschenswerth, dass an jedem dieser Termine von allen Stationen des Systems, deren Zahl zunächst auf das Unentbehrliche beschränkt werden müsste, Wettertelegramme eingeschickt würden; allein dieses ist so lange nicht zu erreichen, als nicht eine hinreichende Bezahlung der Beobachter bewilligt werden kann, oder die Pflicht zur Beobachtung nicht mit gewissen Stellen und Aemtern officiell verbunden ist. Es wird also nichts anderes zu thun übrig bleiben, als das Hauptgewicht auf einen von diesen Terminen zu legen, an welchem Berichte von allen den Stationen einlaufen und diesen in ausgiebigster Weise zu benützen, während an den anderen Terminen nur von einer beschränkten Anzahl der Stationen Wettertelegramme eingehen, ein Weg, welcher bereits von Anfang an von der Seewarte und anderen Instituten eingeschlagen wurde. Es wird sich nun hauptsächlich darum handeln, den für den Hauptverkehr wichtigsten Termin festzusetzen, so dass sowohl die Depeschen ohne grosse Schwierigkeit erhalten werden können, als auch den Bedürfnissen des Publikums möglichst Rechnung getragen wird.

Zunächst wird hier die Frage in Betracht kommen, zu welcher Zeit unsere Telegraphen am wenigsten von anderweitigem Depeschenverkehr belastet sind, indem hierauf im Interesse der Wettertelegraphie die grösste Rücksicht zu nehmen ist. Ursprünglich, als der wettertelegraphische Dienst ins Leben gerufen wurde, hat man jedenfalls mit Rücksicht auf die geringe Belastung der Telegraphen in den frühen Morgenstunden, 8 Uhr Morgens und im Sommer theilweise 7 Uhr Morgens, also den Beginn der Dienstzeit an den meisten

Telegraphenämtern, als Termin gewählt und diese Zeit dürfte damals bei der geringeren Anzahl der Depeschen und der noch mangelhaften Erfahrung den Anforderungen entsprechen. Aber im Laufe der Zeit ist der Bedarf an Wetterdepeschen, sei es zur Informirung der Centralinstitute selbst, sei es zur Berichterstattung an Zeitungen, Häfen etc., so ausserordentlich angewachsen, dass der auf 8 resp. 7 Uhr Morgens bezügliche wettertelegraphische Verkehr bis über die Mittagszeit hinaus, also in die Zeit der grössten Belastung der Telegraphenämter sich ausdehnte. Daher erscheint es geboten, diesen Termin für den Depeschenverkehr, welcher überall noch als der Haupttermin, bei den meisten Centralanstalten als der einzige Termin gilt, einzuschränken und hierfür einen anderen günstigeren zu wählen. Hierzu erscheinen die Abend- und Nachtstunden am meisten geeignet, wo die Telegraphenverbindungen entweder ganz frei oder doch nur wenig besetzt sind. Diesen Vorschlag machte schon Hoffmeyer dem Wiener Meteorologen-Congresse in folgender Motivirung [19]:

„Da es nach unserer Auffassung von der höchsten Wichtigkeit sein wird, die täglichen meteorologischen Mittheilungen so frühe am Morgen als nur möglich geben zu können, so erlaube ich mir, die Aufmerksamkeit des Congresses darauf hinzulenken, ob es nicht zu empfehlen wäre, diese Mittheilungen hauptsächlich auf Beobachtungen des vorhergehenden Abends zu basiren. Wenn ein gut gelegenes Centralinstitut an jedem Abend von einer hinlänglich grossen Anzahl europäischer Stationen telegraphische Depeschen bekommen könnte, um daraus eine Uebersicht der allgemeinen meteorologischen Verhältnisse abzuleiten, so würde dieses Resumé den einzelnen nationalen Systemen schon in der Nacht oder ganz frühe Morgens mitgetheilt werden können, um daselbst in Verbindung mit den einlaufenden Morgendepeschen der eigenen Stationen verwerthet zu werden.

Die einzelnen nationalen Systeme würden dadurch nicht allein einen besseren und vortheilhafteren Ueberblick der Lage, sowie der Veränderungen der grossen Barometer-Maxima und -Minima erhalten, sondern es würde durch eine solche Centralisation der Abendbeobachtungen auch möglich werden, sich in jedem einzelnen Systeme mit Morgentelegrammen von einem beschränkteren Bezirke zu begnügen als jetzt, wo fast jedes meteorologische Institut genöthigt ist, sein telegraphisch-meteorologisches Netz weit über die Grenzen des Landes allmählich nach allen Seiten hin zu erweitern, um genügende Kenntniss der Wetterverhältnisse zu haben. Die Tele-

gramme von den fremden und entlegenen Stationen kommen aber so unregelmässig und so spät an, dass die täglichen Witterungsübersichten sowie die Sturmwarnungen erst gegen 12 Uhr oder wohl noch später veröffentlicht werden können, während sie wenigstens 2 Stunden früher fertig sein könnten, wenn sie nur von Telegrammen eines kleinen Bezirkes abhängig wären."

Dass in der That die Wetterdepeschen am Abend rascher und regelmässiger einlaufen, hat die Erfahrung an der Seewarte in den letzten Jahren entschieden gezeigt, indem bei dem an der Seewarte seit 1882 eingeführten Abenddienste die Observationstelegramme sofort nach Beginn des Dienstes in ununterbrochener Reihenfolge einlaufen, vorausgesetzt, dass dieselben pünktlich sofort nach der Beobachtung dem Telegraphenamt übergeben werden, so dass schon innerhalb 45 Minuten (bis $9\frac{1}{4}^{h}$ p. m.) sämmtliches wettertelegraphische Material (von 28 Stationen incl. Centralstelle) eingelaufen und in den Tabellen und Karten eingetragen ist*).

Was also die Wahl des Haupttermines, wovon bei Grundlage äquidistanter Beobachtungsintervalle der Moment der übrigen Termine abhängt, in Bezug auf eine zweckmässige Benutzung des Telegraphen betrifft, so empfehlen sich hierzu entschieden die Abend- oder Nachtstunden; indessen fällt hier noch eine andere Frage nicht minder ins Gewicht, nämlich, welche Zeit entspricht am besten den Bedürfnissen des Publikums? Die Bedürfnisse des Publikums beziehen sich auf die Mittheilung sowohl von Witterungsthatbeständen als Witterungsaussichten, seien es Prognosen oder Sturmwarnungen, wobei die Interessen des Seemannes ganz andere sind, als die des Landwirthes, wobei es aber vor Allem sich darum handelt, dass alle diese Mittheilungen möglichst rasch und allseitig verbreitet werden. Die erstere Classe von Nachrichten über den thatsächlichen Zustand der Witterung wird gewünscht von den Zeitungen an verschiedenen Tageszeiten, je nachdem dieselben am Morgen, Nachmittage und Abend erscheinen. Obgleich der hier in Betracht kommende Zeitmoment für die verschiedenen Zeitungen nicht überall derselbe ist, so lässt sich im Allgemeinen annehmen, dass für die Morgenzeitungen die Beobachtungen während der Nacht oder in späten Abendstunden, für die am Nachmittage erscheinenden Zeitungen, sowie für die

*) Hierbei ist allerdings zu berücksichtigen, dass in Grossbritannien bereits um 6^{h} p. m., ebenso dass in den Niederlanden, Norwegen und Dänemark vor 8^{h} p. m. beobachtet wird.

Börse das vor Mittag, für die Abendzeitungen das vor etwa 5 Uhr eingelaufene und bearbeitete Material gewünscht wird.

Zur Absendung von thatsächlichen Mittheilungen an die Häfen eignen sich am besten die Abend- und in zweiter Linie die frühen Morgenstunden, welche Einrichtung indessen eine Verlängerung, oder einen früheren Beginn der Dienstzeit an kleineren Telegraphenämtern bedingen würde. Für die Interessen des Binnenlandes eignet sich, falls sich die Prognose nur auf den folgenden bürgerlichen Tag beziehen soll, wie es dem jetzigen Stande der Wettertelegraphie entspricht, als Zeitmoment für die Ausgabe der Prognose, etwa 3 bis 4 Uhr Nachmittags, soferne dafür gesorgt wird, dass die Prognose in kürzester Zeit allseitig verbreitet wird; kann bei weiterer Entwickelung der Wettertelegraphie ein grösserer Zeitraum erreicht werden, auf welchen sich die Prognosen beziehen, was, wie ich noch näher zeigen werde, nicht unwahrscheinlich ist, so dürfte ohne grossen Nachtheil irgend ein anderer Termin zur Ausgabe der Prognosen benutzt werden. Dabei hat langjährige Erfahrung an der Seewarte und anderen Instituten gezeigt, dass die Aufstellung der Prognosen am geeignetsten hauptsächlich auf Grund der Nachmittagstelegramme erfolgt.

Aus diesen Darlegungen dürfte zur Genüge hervorgehen, dass allen Bedürfnissen nicht in gleich geeigneter Weise entsprochen werden kann. Am zweckmässigsten erscheint es mir, für die europäische Wettertelegraphie die Abend- oder Nachtstunden zum Haupttermine zu wählen und an den beiden äquidistanten Terminen sich mit einem beschränkten Depeschenverkehr zu begnügen, wobei es allerdings jedem einzelnen Centralinstitute überlassen bleibt, das Hauptgewicht auf die Tagestermine zu legen, wenn dieses mehr den obwaltenden Bedürfnissen entsprechen sollte. Insbesondere für das Sturmwarnungswesen hat jene Einrichtung noch den grossen Vortheil, dass die Warnungen zu einer Zeit gegeben werden können, wo der Wind in der täglichen Periode nicht dem Maximum der Stärke nahe ist, während gegenwärtig die Warnungen gewöhnlich um die Mittagszeit oder in den ersten Nachmittagsstunden gegeben werden, wo die Windstärke durchschnittlich 1½- bis 2mal so gross ist, als am Morgen, ein Umstand, welcher in so ferne ins Gewicht fällt, als hierdurch die Fälle, in welchen die Windstärke nach gegebener Warnung nicht zunimmt, vermehrt werden*).

*) Nach den neuerlichen Untersuchungen von Hellmann (Met. Zeitschr. 1885 p. 437) erleiden allerdings in der kälteren Jahreszeit auch während der

Ein enger Anschluss an die amerikanischen Beobachtungstermine scheint für praktische Zwecke zwar nicht absolut nothwendig zu sein, allein aus manchen theoretischen Gründen erscheint derselbe wünschenswerth, wenn ein solcher Anschluss ohne Nachtheile für die europäische Wettertelegraphie erfolgen kann. Legen wir die Beobachtungstermine des nordamerikanischen Systems zu Grunde, so würden bei Uebertragung auf unser europäisches System die Beobachtungen, von West nach Ost fortschreitend, auf folgende Simultanzeiten fallen:

	Beobachtungstermine:					
Meridian 75° W. Gr. . .	7^h	a. m.	3^h	p. m.	11^h	p. m.
Greenwich	0^h	p. m.	8^h	„	4^h	a. m.
Hamburg	0^h 40^m	„	8^h 40^m	„	4^h 40^m	„
Berlin	0^h 54^m	„	8^h 54^m	„	4^h 54^m	„
Wien	1^h 6^m	„	9^h 6^m	„	5^h 6^m	„
Petersburg	2^h 2^m	„	10^h 2^m	„	6^h 2^m	„
Moskau	2^h 30^m	„	10^h 30^m	„	6^h 30^m	„

Will man dieses System annehmen, so empfiehlt es sich aus den oben erörterten Gründen, wenigstens für solche Systeme, welche einen grösseren telegraphischen Verkehr bei ihrer Organisation vorgesehen haben, die Abendstunde 8^h 54^m p. m. Berliner Zeit zum Haupttermine zu nehmen, und an den beiden anderen Terminen 4^h 54^m a. m. und 0^h 54^m p. m. Berliner Zeit nur eine beschränkte, den nothwendigsten Bedürfnissen entsprechende Anzahl der Depeschen, unter welchen namentlich das Inland zu berücksichtigen ist, sich zu verschaffen, welches nicht mit allzugrossen Schwierigkeiten verknüpft sein dürfte.

Da an diesen Hauptterminen die Telegraphendrähte nur wenig besetzt sind, wäre es leicht möglich, durch Einrichtung eines Circuit-Systems, welches dem nordamerikanischen mehr oder weniger ähnlich ist, den ganzen Depeschenverkehr zwischen den Centralanstalten und den Stationen einerseits und zwischen den Centralanstalten untereinander andererseits innerhalb 1½ Stunden nach der Beobachtung zu beenden, so dass höchstens 2 Stunden nach der Beobachtung sämmtliches Material verarbeitet ist und mit der Berichterstattung begonnen werden kann. Vor Mitternacht würden sämmt-

---

Nacht die Stürme eine nicht unerhebliche Verstärkung; es würde also bei unruhiger Witterung die Windstärke, nach Erreichung des Hauptmaximums, am Nachmittage durchschnittlich abnehmen, des Nachts zunehmen, und am frühen Morgen ein Minimum erreichen.

liche Häfen, Telegraphenämter und Zeitungen im Besitze sämmtlichen Materials sein, das noch in den frühen Morgenstunden durch anderweitige Mittheilungen ergänzt werden könnte, sei es durch ständige, das Abendtelegramm ergänzende, sei es durch ausserordentliche, welche dem Interesse der Landwirthschaft oder der Sicherung der Schifffahrt dienen sollen.

Durch diese Einrichtung würde den Bedürfnissen ziemlich allseitig und gründlich entsprochen werden können, ohne eine grössere Belastung des Telegraphen herbeizuführen, indem von der einen Seite zwar die Dienstzeit vermehrt, aber von der anderen der wettertelegraphische Dienst am Tage bedeutend entlastet wird. Insbesondere würden die Vortheile, welche sich beispielsweise an der Seewarte durch den beschränkten Abenddienst zweifellos herausstellen, sehr vermehrt werden, und die hieraus für die Küstenbevölkerung entspringenden Wohlthaten würden sich bald fühlbar machen. Auch der dringende Wunsch des Landwirthes könnte befriedigt werden, wenn der Haupttermin für die Ausgabe der Prognosen etwa auf 2 Uhr Nachmittags Berliner Zeit verlegt würde, er würde dann spätestens um 3 Uhr im Besitze der Prognose für den folgenden Tag sein, während gegenwärtig die ebenfalls auf beschränkten Mittheilungen von Nachmittagsbeobachtungen basirenden Prognosen erst frühestens um 4½ Uhr Berliner Zeit zur Ausgabe gelangen können, so dass dieselben erst in den Abendstunden zur Kenntniss der Interessenten gelangen.

Wann eine derartige durchgreifende Aenderung in der Organisation der Wettertelegraphie bei den bestehenden Schwierigkeiten zur Durchführung gelangen wird, ob nach kurzer oder langer Zeit, ist sehr schwer zu entscheiden, dass sie aber bei weiterer Entwickelung der ausübenden Witterungskunde und bei zunehmendem Bedürfnisse nach Mittheilungen von Wetterprognosen und Witterungsthatbeständen schliesslich doch durchdringen wird, davon sind wir vollständig überzeugt und diese Ueberzeugung wollten wir durch obige Darlegungen ganz bestimmt hervorheben.

4) Form und Inhalt der Wettertelegramme.

Im ersten Theile dieses Handbuches (pag. 308) wurde die Einrichtung der Wettertelegramme, wie sie im inländischen und internationalen Verkehre zur Anwendung kommt, ausführlich besprochen. Indem wir hierauf verweisen, wollen wir uns hier nur darauf be-

schränken, der Vollständigkeit wegen das Schema nochmals kurz wiederzugeben und durch ein Beispiel zu erläutern.

Schema für Morgendepeschen (Europäischer Continent).

Gestern Abend					Heute Morgen									
I. Gruppe.		II. Gruppe.			III. Gruppe.		IV. Gruppe.			V. Gruppe.		VI. Gruppe.		
Barometer 700mm	Windrichtung 16 Strich, gerade Zahlen 32 = N, 0,2 = NNE etc.	Windstärke 0—12	Witterung	Trockenes Therm.	Barometer	Windrichtung	Windstärke	Witterung	Trockenes Therm.	Feuchtes Therm.	Regen in 24 Std. ganze mm	Temper.-Maxim., ganze Grade	Temper.-Minim., ganze Grade.	Seegang (Inl.: Wolkenform)
BBB	WW	S	H	TTT	BBB	WW	S	H	TTT	T'T'T'	RR	MM	mm	G (F)

Schema für Nachmittagsdepeschen.

Barometer	Windrichtung	Windstärke	Witterung	Trockenes Therm.	Feuchtes Therm.	Mit 0 auszufüllen.	Wolkenform
BBB	WW	S	H	TTT	T'T'T'	0	F

Schema für Abenddepeschen.

Barometer	Windrichtung	Windstärke	Witterung	Trockenes Therm.
BBB	WW	S	H	TTT

Zur Erklärung knüpfen wir hieran noch folgende kurze Bemerkungen:

TTT = Temperatur in Zehntelgraden, wobei bei Temperaturen unter 0° C. zur Anzahl der abgelesenen Minusgrade 50 hinzugefügt wird, z. B. — 0,5° C. wird telegraphirt 505, — 12,2° = 622 etc.

S bezeichnet die Windstärke nach der Skala des Admiral Beaufort (Seeskala) und zwar

	Beaufort's Skala.	Geschwindigkeit m. p. sec. nach Scott.	nach Sprung.	nach Köppen.	Sprung u. Köppen combin.
Windstille	0	(1,5)	1,9	2,1	1,0
Leiser Zug	1	3,5	2,7	2,9	2,8
Leichter Wind	2	6	4,0	4,2	4,1
Schwacher „	3	8	5,4	5,3	5,4
Mässiger „	4	10	6,8	6,9	6,8
Frischer „	5	12,5	8,2	8,7	8,4
Starker „	6	15	9,8	10,7	10,2
Harter steifer Wind . .	7	18	10,7	12,7	11,7
Stürmischer Wind . . .	8	21,5	12,4	14,5	13,4
Sturm	9	25	14,9	15,7	15,3
Starker Sturm	10	29	—	—	—
Harter (heftiger) Sturm .	11	33,5	—	—	—
Orkan	12	40	—	—	—

Die Werthe nach **Sprung** sind aus 1000 Beobachtungen der Stationen Borkum, Keitum, Swinemünde und Neufahrwasser berechnet, und unter Berücksichtigung der Anemometerconstanten ($w = 1{,}0 + 0{,}8 w^1$, $w^1 = 3a$, a = Weg der Schaalenmitten) durch **Köppen** corrigirt, die Werthe nach **Köppen** sind durch andere Gruppirung der von **Scott** benutzten Beobachtungen und durch Correction auf obige Weise gewonnen; diejenigen von **Scott** geben einfach den Weg der Schaalenmitten an.

Für den Continent wird, wenn die Windstärke über 9 geht, diese Ziffer an die betreffende Stelle gesetzt und am Ende des Telegramms die wirkliche Stärke in Worten gegeben.

H = Witterung oder Hydrometeore im Momente der Beobachtung:

0 = ganz heiter, wolkenlos,	5 = Regen,
1 = 1/4 bedeckt,	6 = Schnee,
2 = 1/2 bedeckt,	7 = Dunst, Höhenrauch (nebl.),
3 = 3/4 bedeckt,	8 = Nebel,
4 = ganz bedeckt,	9 = Gewitter.

Andere, sowie die nicht im Momente der Beobachtung stattfindenden Hydrometeore werden den Depeschen in Worten beigegeben.

G = Seegang:

0 = schlicht,	5 = unruhig,
1 = sehr ruhig,	6 = grob,
2 = ruhig,	7 = hoch,
3 = leicht bewegt,	8 = sehr hoch,
4 = mässig bewegt,	9 = äusserst (furchtbar) hoch).

T = Himmelszustand für deutsche Stationen (die Küstenstationen geben den Seegang als Bemerkung):

0 = wolkenloser blassblauer Himmel,	5 = Strati, Strato-cumuli,
1 = Cirri,	6 = schwere dunkle Wolken,
2 = Cirro-strati oder leicht überzog.	7 = mehrere Schichten übereinander,
3 = Cirro-cumuli (Schäfchen),	8 = einförmig grauer Himmel,
4 = Cumuli und Cumo-Strati,	9 = wolkenloser, tiefblauer Himmel.

Das folgende Wettertelegramm mag als Beispiel dienen:

63304 43114 60214 55098 09702 14088
See 2, seit 5 Uhr Morgens leichter Regen.

Die dechiffrirte Depesche lautet: **Gestern Abend**: Barometer = 763,3^{mm} NE mässig, 3/4 bedeckt, Temperatur 11,4 E; **heute morgen**: Barometer = 760,2^{mm}, SSE, frisch, Regen, trockenes Thermometer = 9,8° C., feuchtes = 9,7° C., Regenmenge in den letzten 24 Stunden = 2^{mm}, Temperatur-Maximum = 14°, Temperatur-Minimum = 8°, einförmig grauer Himmel.

Ausserdem ist an der Seewarte noch ein Depeschenschema für eine Anzahl von Signalstellen, welche zur Zeit unruhiger Witterung an die Seewarte Extratelegramme absenden, die gleichzeitig als Empfangsbescheinigung der Sturmwarnungen dienen, in Gebrauch, nämlich

BBBWW SHGbw,

wobei b die Aenderungen des Barometers in den letzten Stunden angiebt (0 = unverändert, 1 = langsam steigend, 2 = mässig steigend, 3 = rasch steigend [½—1mm pro Stunde], 4 = sehr rasch steigend [über 1mm pro Stunde], 5 = langsam fallend, 6 = mässig fallend etc.); w bezeichnet den Charakter des Windes (1 = gleichmässig wehend, 2 = auffrischend, 3 = auffrischend, böig, 4 = abnehmend, 5 = abnehmend, böig, 6 = rechtdrehend, 7 = zurückdrehend, 8 = in Böen); die übrigen Chiffern haben dieselbe Bedeutung, wie bereits oben angegeben.

Einige in der Maassverschiedenheit begründete Abweichungen hat das auf den britischen Inseln gebräuchliche Schema

I	II	III	IV	V	VI
BBBww	SSHTT	BBBWW	SSHTT	T′T′RRR	MMmmg

Hier sind die Barometerstände und Regenmengen in Hundersteln englischer Zolle und die Temperaturen in ganzen Graden Fahrenheit gegeben.

Abweichend von der europäischen Einrichtung sind für die einzelnen Angaben im Wettertelegramm in Amerika willkürliche Worte gewählt, welche in einem umfangreichen Codex zusammengestellt sind, z. B. für die Angabe der Regenmengen, seit der letzten Beobachtung, sind folgende Worte in Gebrauch:

0,01 Zoll = Rabbit, 0,02 = Rabble, 0,03 = Raccon,
0,04 = Race etc. etc.

Das Telegramm von einer Sunset-Station sei beispielsweise:

„Fettermann Dimly Calver Fiddle Festive“,

so lautet die dechiffrirte Depesche: Station Fetterman, Sonnenuntergang unsicher, Windrichtung S, Wolkenmenge ¾, Barometer 24,25 Zoll, trockenes Thermometer 44° F, feuchtes Thermometer 35°, Regenmenge seit der letzten Beobachtung 0,85 Zoll.

Allerdings ist dieses System für Fehler bei der telegraphischen Uebermittelung weniger zugänglich als das oben angeführte Ziffernsystem, indessen ist dasselbe wenig geeignet, an die Stelle des letzteren zu treten. Abgesehen davon, dass die Sicherheit der telegraphischen Beförderung der Ziffergruppen, wie oben bemerkt, nach und nach erheblich zugenommen hat, so dass Verstümmelungen immer seltener werden, und jene durch einige Vorsichtsmassregeln erhöht werden kann, hat das Ziffersystem den Vortheil der Einfachheit, indem jeder dasselbe leicht im Kopfe behält und kein Wörterbuch bei Auf-

stellung und Entzifferung der Depeschen nöthig ist, somit der Beschleunigung der Arbeit und dann auch der grösseren Sparsamkeit. Entscheidend für die Beibehaltung der Zifferschrift für unseren Erdtheil ist die Vielsprachigkeit Europas, indem die Wahl einer allen Telegraphenämter, Beobachtungsstationen und Instituten gleich geläufigen Sprache wohl kaum getroffen werden könnte.

In wie ferne der Inhalt der Depeschen den Bedürfnissen der Wettertelegraphie entspricht, wird ersichtlich werden, wenn wir die Grundlage der ausübenden Witterungskunde eingehend besprechen, vorläufig sei nur bemerkt, dass die meisten Centralanstalten mit der gegenwärtigen Einrichtung im Grossen und Ganzen zufrieden sind, wenn auch nicht geleugnet werden kann, dass nach dem gegenwärtigen Stand der Wissenschaft eine Revision des Schemas geboten erscheint, wobei einige Angaben als entbehrlich, andere als zu dürftig sich herausstellen werden.

Hier möchte ich nur auf eine offenbare Lücke in den Wetterdepeschen ganz besonders aufmerksam machen, welche von der Seewarte trotz wiederholter Bemühungen nur theilweise auszufüllen war:

„Es wäre sehr wünschenswerth, über den Zustand des Himmels und den Wolkenzug mehr durch die Telegramme zu erfahren, als dieses jetzt namentlich in Europa geschieht. In Amerika ist dem ‚Zuge der oberen Wolken' ein ständiger Platz in dem Telegrammschema zugewiesen; wenn auch die Ausfüllung desselben häufig unmöglich und stets etwas umständlich ist, und grosse Sorgfalt erfordert, wenn Täuschungen und Irrthümer vermieden werden sollen, so ist die Sache selbst doch von so grosser, freilich noch wenig erforschter Bedeutung für das Verständniss der Witterungsvorgänge und die Wetterprognose, dass dahin gerichtete Anstrengungen sehr lohnend sein würden. Auch von Seiten der Seewarte ist dieser Gegenstand der Aufmerksamkeit der Beobachter empfohlen und werden möglichst häufig einschlagende Nachrichten in den täglichen Wetterberichten gebracht.

Ein ausserordentlich wichtiger, aber ebenso schwieriger Factor für die Erkenntniss der Witterung ist jedenfalls auch die Wolkenform. Sie bietet zwar für die richtige resp. vergleichbare Auffassung durch die Beobachter noch grössere Schwierigkeiten, als der Wolkenzug, da indessen ihre synoptische Behandlung für grössere Länderstrecken in Europa überhaupt noch nie versucht worden ist, und in Amerika die betreffenden Karten nicht publicirt

werden*), so ist ein vorweg absprechendes Urtheil über deren Möglichkeit nicht gerechtfertigt. Man weiss aber, dass unter den Anzeichen für die locale, populäre Wetterprognose die Gestalt der Wolken die wichtigste Rolle spielt und mit Recht, da sie der Ausdruck des Zustandes grosser Schichten der Atmosphäre ist, die zudem weit freier von örtlichen Einflüssen die allgemeine Lage abspiegeln können, als die unmittelbar der Erdoberfläche aufliegende Luftschicht. Der erste auf eine regelmässige Verwerthung der Wolkenform für die Wettertelegraphie zielende Versuch in Europa ist seitens der Seewarte gemacht und geeignet, die weitere Verfolgung des Gegenstandes anzuregen, indem sie von den inländischen Stationen an Stelle des Seeganges (G) im Telegrammschema sich die Wolkenform und den Himmelszustand telegraphiren lässt. Allerdings wiegt im Winter die wenig charakteristische Bezeichnung 5 (str.-c.) vor, doch dieses liegt in der Natur der Sache; dagegen sind die Fälle, besonders in der wärmeren Jahreszeit, nicht selten, wo gleichzeitig eine grosse Zahl von benachbarten Stationen übereinstimmend die Bewölkung 1, 2 oder 3 angeben und ein ausgedehntes Feld mit cirröser Bewölkung bei ziemlich bestimmten Grenzen erkennbar wird, dessen Verhältnisse zu den gleichzeitigen und nachfolgenden Witterungsvorgängen sicherlich, wenn die Beobachtungen erst eine grössere Anzahl von Fällen umfassen, der Gegenstand interessanten und ergebnissreichen Studiums sein kann; das Material dazu wird in den Wetterberichten der Seewarte geliefert, doch wäre eine Erweiterung der Nachrichten über die Grenzen Deutschlands hinaus sehr zu wünschen. Die von der Seewarte angenommene Form der Mittheilungen ist gewiss verbesserungsfähig und eine internationale Einigung über ähnliche, womöglich noch weitergehende, Einrichtungen sehr wünschenswerth.

In grösserer Ausdehnung und bereits seit längerer Zeit wird die Wolkenform in den telegraphischen Berichten in Nordamerika berücksichtigt, wie dieses besonders aus dem letzten Jahresberichte des Signal Service (1877) ersichtlich ist. Es werden dabei unterschieden: Cirrus, Cirro-stratus, Cirro-cumulus, Cumulus, Cumulo-stratus, Stratus und Nimbus.

In neuerer Zeit sucht das Signal Office die vom Aussehen des Himmels hergenommenen Merkmale für die Wetterprognose noch mehr auszunützen, indem es sich sowohl von seinen regelmässigen

---

*) Eine Wolkenkarte für Nordamerika, welche die Luftdruckvertheilung und die Zugrichtung der oberen Wolken z. B. für den 28. April 1877, 4^h 35^m p. m. Washingtoner Zeit darstellt, findet sich in dem Jahrbuche 1881/82, pag. 133.

Stationen, als von besonderen ‚Sunset-Stations‘, deren 1877 26 in den westlichen Theilen der Union eingerichtet waren*), täglich den Charakter des westlichen Himmels bei Sonnenuntergang und diesen letzteren selbst telegraphisch mittheilen lässt, und zwar in Form einer Localprognose für ‚schön Wetter‘, ‚schlecht Wetter‘, oder ‚zweifelhaft‘; diese Prognose soll sich ausschliesslich auf das Vorkommen oder Nichtvorkommen von Regen beziehen; daneben melden dieselben Stationen auch den Grad der Bewölkung, die Windrichtung und die Angaben des Psychrometers und Aneroids für die Zeit des Sonnenunterganges.“

Auf den britischen Inseln wird seit dem Jahre 1880 hauptsächlich auf Veranlassung des bekannten Wolkenkenners Clement Ley das Verhalten der oberen Wolken dem meteorologischen Amte in London von einigen Stationen telegraphisch übermittelt. Diese Telegramme können, unabhängig von den gewöhnlichen Terminbeobachtungen, zu jeder Tageszeit von 8^h a. m. bis 7^h p. m. abgegeben werden (jedoch mit genauer Angabe der Zeit, worauf sich die Beobachtung bezieht), und zwar soll von einer Station, ausser in ausserordentlichen Fällen, täglich nur ein Telegramm abgegeben werden. Das von Cl. Ley zu diesem Zwecke entworfene Schema umfasst 3 Ziffergruppen:

a.	b.	c. c.	d.	e. e.	f. f.	g.	h. h.	i. i.	k.
Wolkenform.	Wolkenmenge.	Wolkenzug.	Geschwindigkeit.	Richtung des Radiationspunktes.	Richtung des Centrums.	Dichtigkeit.	Richtung des Unterwindes.	Windstärke.	Wetter im Momente der Beobachtung.

Für die einzelnen Angaben sind folgende Skalen in Gebrauch:

a Wolkenform:

1 = eigentliche Federwolken, 2 = Cirrusschleier, 3 = hohe Cirro-cumulus, 4 = Cirrus-Dunst.

*) Im Jahr 1885 wurde an allen Stationen die Himmelsansicht beobachtet und diese für die Wetterprognose, ob gutes oder schlechtes Wetter für die nächsten 20 Stunden zu erwarten ist, verwerthet, beispielsweise wurden im Mai ds. Js. von 160 Stationen 5046 Berichte geliefert, von denen 85 % mit den nachfolgenden Thatbeständen übereinstimmten.

b Menge der oberen Wolken:

0 = sehr gering, 1 = 1/4 bedeckt, 2 = 1/2 bedeckt, 3 = 3/4 bedeckt, 4 = ganz bedeckt, 9 = nicht bestimmbar.

c c, e e, f f, h h Richtung:

00 = Calme, 02 = NNE, 04 = NE etc., 32 = N.

d Geschwindigkeit der oberen Wolken:

0 = ohne Bewegung, 1 = sehr langsam, 2 = mässig, 3 = schnell, 4 = unsicher.

g Dichtigkeit der oberen Wolken:

0 = sehr leicht, ohne Form, 1 = leicht, aber mit bestimmter Form, 2 = ziemlich dicht, 3 = dicht, 4 sehr dicht und drohend 9 = unsicher.

i i Skala Beaufort:

00 = Calme, 01 = leiser Zug etc., 10 = starker Sturm, 11 = harter Sturm, 12 = Orkan.

k Wetter (vergl. pag. 44 unter H):

0 = wolkenlos, 1 = 1/4 bedeckt (unt. und ob. Wolken) etc.

Zum Beispiel: Neun 29241 99992 18033 heisst dechiffrirt „Neun Uhr Morgens, Cirrusschleier, Menge unsicher, Zug sehr leicht vom W, Radiationspunkt unsicher, Centrum der Wolke unsicher, nur ein Theil ziemlich dicht, Wind zur Zeit der Beobachtung SSW schwach, 3/4 bedeckt mit unteren Wolken."

Es sei noch bemerkt, dass man unter Radiationspunkt diejenige Stelle versteht, nach welcher die Cirrusstreifen (auch wohl „Polarbanden" genannt) zu convergiren scheinen (Wirkung der Perspective).

Nachdem sich die Seewarte schon seit ihrem Bestehen vergebens bemüht hatte, die Beobachter zu bewegen, den Wetterdepeschen Bemerkungen über das Verhalten der oberen Wolken beizugeben, fügte sie seit Anfang des Jahres 1886 der Morgen- und Nachmittagsdepesche für die Inlandstationen noch eine auf Beobachtung der oberen Wolken bezügliche Ziffergruppe nach dem Schema

F,ZZS,S,

bei, in welcher bedeutet:

F, Form der oberen Wolken:

0 = keine oberen Wolken, 1 = Federwolken, 2 = Schleier (Cirro-stratus), 3 = Schäfchen (Cirro-stratus), 9 = nicht beobachtet;

Z Z Zugrichtung der oberen Wolken, wie oben.

S,S, Streifungsrichtung der oberen Wolken, wie oben unter cc.

Zum Beispiel: 10610 bedeutet: Federwolken ziehen aus ENE und sind nach ESE gelagert; 00000 bedeutet: keine obere Wolken vorhanden; 99999 bedeutet: nicht beobachtet.

Die Wolkenbeobachtungen sind für die ausübende Witterungskunde von hervorragender Bedeutung, so dass wir hierauf weiter unten noch eingehend zurückkommen werden.

Andere wünschenswerthe Abänderungen in den Wettertelegrammen dürften aus den weiter unten folgenden Besprechungen hervorgehen; ich möchte hier nur noch den allgemeinen Vorschlag der Erwägung empfehlen, dass die einzelnen Centralanstalten von ihren inländischen Stationen in jeder Beziehung vollständige Telegramme für jeden Beobachtungstermin sich verschaffen und insbesondere diese in ihren Bulletins in extenso publiciren, wobei auch die Wiedergabe der Curven von einigen Registrirapparaten sich dringend empfiehlt, dagegen kann sich der Inhalt der ausländischen Depeschen auf solche Daten beschränken, welche sofort für den wettertelegraphischen Dienst verwerthbar sind. Es lassen sich dann interessante Witterungserscheinungen schon einige Tage nach ihrem Auftreten sowohl intensiv als extensiv in kurzen Zeitintervallen fruchtbringend verfolgen, wie es leider gegenwärtig nicht gut möglich ist. Es muss hier bemerkt werden, dass das wettertelegraphische Material kein todtes Object ist, wenngleich eine grosse Anzahl von Stationen ihre Beobachtungsjournale nachher in extenso publicirt, sondern dass dasselbe, wie die Erfahrung zweifellos gezeigt hat, mit gutem Erfolge verwerthet werden kann, wobei durch nachherige Nachträge und Berichtigungen der Werth des Materials bedeutend erhöht wird.

5) Die Bearbeitung des Depeschenmaterials.

Der Wetterdienst.

Bei der Bearbeitung des Depeschenmateriales kommt es namentlich darauf an, dass dieselbe systematisch und in möglichst kurzer Zeit stattfindet. Hierzu ist erforderlich, dass die Depeschen in ununterbrochener und geordneter Reihenfolge kurz nach der Beobachtung einlaufen und während des Einlaufs gleichzeitig für die verschiedenen Zwecke der Wettertelegraphie, sei es zur Information oder zur Berichterstattung verarbeitet werden, wozu ausser dem Telegraphisten zwei oder drei gut geschulte Kräfte vorhanden

sein müssen. Indem ich es versuche, im Folgenden kurz einen Plan für die Bearbeitung der Depeschen zu entwickeln, werde ich hauptsächlich die Einrichtung des Wetterdienstes an der Seewarte zu Grunde legen.

Die Dechiffrirung der Depeschen und das Eintragen der Beobachtungen in die Tabellen, welche nachher entweder ganz oder theilweise publicirt werden, ist wie oben angegeben wurde, sehr einfach und geschieht durch einen Beamten, der ausserdem noch gleichzeitig die Depeschen an die Häfen und an die verschiedenen Institute des In- und Auslandes fertig zu stellen hat, während ein anderer Beamter das Depeschenmaterial kartographirt und für die Berichterstattung an die Zeitungen und an das Publikum bearbeitet. An der Seewarte werden täglich 4 Tabellen entworfen, nämlich drei für den Morgen nebst vorhergehendem Abend (Inland, Osten und Westen des Auslandes) und eine für den Nachmittag; alle diese Tabellen werden durch die autographirten Wetterberichte publicirt, wovon unten ein Beispiel wiedergegeben ist.

Wie vielerlei Karten für jeden Beobachtungstermin angefertigt werden sollen, hängt lediglich von den Bedürfnissen und von der Zahl und Leistungsfähigkeit der vorhandenen Arbeitskräfte ab. An der Seewarte werden in der Jahreszeit mit ruhigerem Wetter (Mai bis Mitte September) täglich 7, in der übrigen unruhigeren (bei Bestehen des Abenddienstes) täglich 10 gezeichnet, von denen 4 veröffentlicht werden. Die eben erwähnten Karten sind:

a. Vormittags:

1 für Luftdruck, Wind und Bewölkung für 8^h resp. 7^h a. m.

1 für Temperatur, Seegang für 8^h resp. 7^h a. m. und Hydrometeore in den letzten 24 Stunden.

2 Variationskarten für Luftdruck und Temperatur in den letzten 24 Stunden.

1 Karte für Luftdruck, Wind und Bewölkung für den Vorabend.

b. Nachmittags:

2 für Luftdruck und Temperatur für 2^h p. m. mit den Variationen in den letzten 6 resp. 24 Stunden.

c. Abends:

1 für Luftdruck, Wind und Bewölkung für den Abend (die unter a. zuletzt aufgeführte Karte).

1 für Temperatur und Seegang für den Abend und Hydrometeore für die letzten 24 Stunden.

2 Variationskarten für Luftdruck und Temperatur für die letzten 12 resp. 24 Stunden.

Der tägliche telegraphische Dienst an der Deutschen Seewarte gestaltet sich auf folgende Weise, wobei derselbe nur zur Zeit unruhiger Witterung durch Sturmwarnungen nicht selten erhebliche Modificationen erleidet.

Die telegraphische Uebermittelung beginnt an der Seewarte um 9 Uhr Morgens Ortszeit und wird mit etwa 1½stündiger Unterbrechung bis $4\frac{1}{2}^h$ p. m., bei unruhiger Witterung zuweilen etwas länger unterhalten, während der Abenddienst sich auf den Zeitraum von 8½ bis etwa 9½ oder 10^h p. m. beschränkt. Etwas nach 10^h a. m. sind die inländischen Depeschen und ein grosser Theil der ausländischen eingelaufen, in letzterer Beziehung gewöhnlich diejenigen von Schweden, Norwegen, Finnland, Belgien, Holland, Dänemark, von der nordfranzösischen Küste und 2 aus Russland (Moskau und Riga). Nun beginnt sofort die Abgabe der unterdessen fertig gestellten Depeschen nach den verschiedenen Instituten in dem Maasse, als der jetzt sehr stark besetzte Draht zwischen der Seewarte und dem Haupttelegraphenamte es gestattet. Gewöhnlich zwischen 10½ und 11¼ kommen folgende Depeschen zur Versendung: nach Paris, Gruppe I—VI (volle Depesche) von 9 inländischen Stationen; nach Brüssel, Gruppe III, IV von 2 inländ. und 10 ausländ. Stationen, nach Kopenhagen, Gruppe III, IV, V, von 7 inländ. Stationen; nach Petersburg, Gruppe I—VI von 4 inländ. Stationen; nach Stockholm 1 mit der nach Kopenhagen gleichlautenden Depesche; nach Utrecht (1), Gruppe III, IV, V, von 6 inländ. Stationen; nach Wien (1) Gruppe III, IV, V, von 9 inländ. Stationen; nach Zürich (1), Gruppe III, IV, von 5 inländ. Stationen; nach Magdeburg, Chemnitz und Berlin, Gruppe III, IV, von 16 inländ. und 11 ausländ. Stationen; nach Stuttgart (Merkur), Gruppe III, IV, von 3 inländ. und 6 ausländ. Stationen nebst kurzer Uebersicht.

Diesen Depeschen folgen nach Einlauf der Nachrichten von den britischen Inseln noch 2 Depeschen nach Köln, a. Köln. Zeitung nach dem Schema TTWSH BB von 8 ausländischen Stationen und einer kurzen Angabe des Witterungszustandes in Hamburg, b. Köln. Volkszeitung nach gleichem Schema von 6 inländ. und 10 ausländ. Stationen mit demselben Texte wie Stuttgart (Merkur). Hieran schliessen sich die zweiten telegraphischen Berichte mit nur auslän-

dischen Stationen, Gruppe III, IV und V nach Wien und Utrecht, Gruppe III und IV nach Zürich.

Gleichzeitig wird eine Witterungsübersicht für Deutschland abgefasst*) und dem Zeichner übergeben, welcher bereits die Wettertabelle für Deutschland und die Curven der Registrirapparate in Hamburg (erste Seite des autographirten Wetterberichtes) für den Druck vorbereitet hat.

Gegen $11\frac{1}{4}^h$ a. m. laufen die Depeschen aus Wien und London ein, woran sich diejenigen aus Petersburg und Paris meist direkt anschliessen. Das Kartenmaterial ist jetzt bis auf die Beobachtungen aus Italien, welche erst am Nachmittage mit der Wiener Depesche ankommen, vollständig verarbeitet.

Auf den Arbeitswetterkarten, worin nun sämmtliches Material eingetragen ist, werden jetzt die Isobaren für den Morgen und den Abend von 5 zu 5^{mm} eingezeichnet, sowie die Isothermen für den Morgen. Eine wichtige Grundlage bilden die Aenderungskarten für Temperatur und Luftdruck sowohl für die Berichterstattung als auch für die Beurtheilung des wahrscheinlichen Verlaufs der Witterung.

Nachdem man aus den verschiedenen Arbeitskarten eine genügende Uebersicht der Witterung und ein Urtheil über die Aenderungstendenz derselben gewonnen hat, wird für die Hafentelegramme an die Deutschen Nord- und Ostseehäfen, sowie für das Abonnementstelegramm, welches alle grösseren Zeitungen Deutschlands beziehen, für welch' beide der tabellarische Theil schon fertig gestellt wurde, eine Witterungsübersicht gegeben und beide Telegramme sofort gleichzeitig an das Hauptamt befördert, die Hafentelegramme durch den Apparat der Seewarte, das Abonnementstelegramm durch einen Boten, welcher auch gleichzeitig eine Anzahl anderer Telegramme besorgt, die sonst eine Verzögerung erleiden würden. Der Abgang beider Telegramme erfolgt um Mittag oder kurz nachher.

Gleichzeitig mit dem Abonnementstelegramm geht eine Depesche (Gruppe III und IV von 21 ausländischen Stationen) nach Berlin, Magdeburg, Chemnitz, ferner das Isobarentelegramm, welches die Schnittpunkte der Isobaren in der im I. Theile dieses Handbuches (p. 363) dargestellten Weise mit chiffrirter Prognose enthält, nach München, Frankfurt a. M., Stuttgart und Karlsruhe, wobei München zur Ergänzung die Angaben von 2 inländischen und 8 ausländischen Stationen nach dem Schema TTWSH, Stuttgart

*) Dieser Bericht kam seit Anfang Januar 1886 in Wegfall.

diejenigen von 3 ausländischen Stationen nach dem Schema BBBWW SHTTT erhalten.

Zeitungswetterkarten werden an der Seewarte für den Druck fertig gestellt für den Hamburger Correspondenten (früher auch für die Hamburger Reform).

Nach etwa 1½stündiger Pause beginnt der Nachmittagsdienst, bei welchem die Telegramme in ungefähr folgender Weise einlaufen: vor 3 Uhr sind die Beobachtungen der meisten inländischen Stationen (14), ferner auch diejenigen von Wien (mit Italien) und Petersburg angekommen, welchen die aus der Schweiz und Holland meist unmittelbar folgen, so dass, abgesehen von einigen unregelmässigen Verspätungen, um 3½ Uhr das Depeschenmaterial ausser der wichtigsten Depesche von London, die gewöhnlich erst zwischen 4 und 4½ Uhr, manchmal noch später, anlangt, zur Hand ist. Wenn möglich wird erst nach Ankunft dieser Depesche die Prognose abgefasst, welche in den täglichen autographischen Berichten der Seewarte, die bis dahin für den Druck nach und nach vorbereitet sind, veröffentlicht werden.

Nach dem Auslande werden am Nachmittage nur 2 Depeschen befördert nämlich um 3^h p. m. nach Utrecht (Gruppe III, IV, V von Hamburg 2^h p. m. und Kopenhagen 8^h a. m.) und nach Kopenhagen im Sommer (Gruppe III, IV, V von Hamburg und Borkum).

Der Abendienst, welcher sich auf die Zeit von 8½ bis etwa 9½ oder 10 Uhr erstreckt, verläuft wie bereits oben bemerkt wurde, sehr regelmässig, indem die Telegramme mit grosser Pünktlichkeit in ununterbrochener Reihenfolge ankommen, so dass also die Eintragung der Beobachtungen in die Tabellen und Arbeitskarten, sowie die sonstigen dienstlichen Arbeiten verhältnissmässig rasch erledigt sind.

Der eben besprochene regelmässsige Dienst in Abtheilung III der Seewarte wird, wie gesagt, nicht selten, insbesondere in der unruhigeren Jahreszeit, hauptsächlich durch die eine Vermehrung des Depeschenverkehrs bedingende Ausgabe von Sturmwarnungen erheblich modificirt, so dass manchmal eine Ausdehnung des Dienstes über die normale Dienstzeit und eine Verspätung der Depeschen nicht vermieden werden kann, indem Sturmwarnungen vor allen übrigen Depeschen in der Beförderung bevorzugt werden müssen.

Die bei der Construction der Wetterkarten angewandten Zeichen für Bewölkung, Hydrometeore und die übrigen ausserordentlichen Erscheinungen zeigen bei den einzelnen Systemen nicht unerhebliche

Abweichungen. An der Seewarte sind die vom Wiener Congresse vorgeschlagenen und im I. Theile dieses Handbuches angegebenen Zeichen für die Hydrometeore angenommen und unverändert beibehalten worden (vergl. unten die Legende zur ersten Wetterkarte). Im Folgenden sind die in einigen Hauptstaaten gebräuchlichen Zeichen, welche sich von jenen unterscheiden, zusammengestellt.

Für die Bewölkung, Hydrometeore und Wetter wird in England die von Beaufort angegebene Skala gebraucht, die wir nach dem „Daily Weather Report" hier wörtlich wiedergeben: b = blue sky, c = detached clouds, d = drizzling rain, f = fog, g = dark, gloomy, h = hail, l = lightning, m = misty (hazy), o = overcast, p = passing showers, q = squally, r = rain, s = snow, t = thunder, u = ugly, threatening, v = visibility, unusual transparency, w = dew.

In Frankreich kommen für die obigen Erscheinungen die folgenden Zeichen zur Anwendung: ○ = beau (ciel), ⊙ = nuageux, ⭘ = couvert, ● = pluie, ⊖ = brumeux, ⊕ = brouillard, ✱ = neige; in Belgien: ☼ = ciel serein, ■ = pluie, ⊞ = neige, ● = brume, ⊘ = brouillard, ϟ = orage; in Schweden: ⁝ = Regen, ▭ = Nebel; in der Schweiz: : = Regen, ✱ = Schnee, ϟ = Gewitter; in Oesterreich: •⁝ = Regen; Italien: / = 1/4 coperto, // = 2/4 coperto, /// = 3/4 coperto, //// = tutto cop., ≡ = piovoso, ● = nebbioso, Δ = nevoso, ϟ = lampi con tuoni. In den Vereinigt. Staaten kommen folgende Zeichen zur Anwendung: ○ = clear, ◑ = fair, ⊙ = cloudy, ● = hy. rain, ◐ = lt. rain, ◍ = hy.snow, ◑ = lt. snow. Im Uebrigen stimmen die Zeichen mit den internationalen überein.

Für die Bezeichnung des Seegangs sind in Deutschland die römischen Ziffern I bis IX (vergl. oben S. 44) eingeführt; in England werden die Zeichen gebraucht ▤ = Rough und ■ = High; in Frankreich: ⁚ = houleuse und ▬ = grosse; in Italien:) = mosso,)) = agitato,))) = molto agitato,)))) = grosso und))))) = tempestoso.

Ebenso abweichend sind in den einzelnen Ländern die Zeichen für die Windstärken: Während in Deutschland, Dänemark, Skandinavien, der Schweiz und Oesterreich einfach die Beaufort'sche Skala (vergl. S. 43) durch Fiederung der Pfeile wiedergegeben wird (⟶ = leiser Zug, ⟶ = leicht, ⟶ = schwach,

⟶ = mässig etc.), sind in England folgende Zeichen im Gebrauche: ⟶ = 1—4 Beaufort, ⟶ = 5—7, ⟶ = 8—10, ⟶ = über 10; in Holland: ⟶ = zwakk, ⟶ = krachtig, ⟶ = Storm, ⟶ = hevige (heftiger) Storm; in Frankreich: ⟶ = faible, ⟶ = assez fort, ⟶ = très fort, ⟶ = tempête; in Belgien: ⟶ = très faible, ⟶ = faible, ⟶ = modéré, ⟶ = assez fort, ⟶ = fort, ⟶ = bourrasque, ⟶ = tempête; in Italien: ⟶ = debole, ⟶ = moderato, ⟶ = forte, ⟶ = fortissimo; in Portugal: ⟶ = vento fraco, ⟶ = moderado, ⟶ = fresco, ⟶ = forte, ⟶ = muito forte. —

Die in den letzten 24 Stunden gefallenen Regenmengen wurden bis zum Ende des Jahres 1885 an der Seewarte dem Stationsorte in Klammern beigeschrieben, seit dem Anfange des Jahres 1886 werden dieselben folgendermassen bezeichnet: ein Punkt im Stationskreise bedeutet, dass eine Regenmenge unter 0,5^{mm} gefallen ist, neben der Station bedeutet . = 1—5^{mm}, : = 6—10, .˙. = 11—20, :: = über 20^{mm} Regen; in England wird die Regenarea durch eine Curve abgegrenzt und die Regenmenge beigeschrieben, wenn diese 0,5 engl. Zoll übersteigt; in Frankreich bezeichnet ▤, dass an der Station 0—5, //// dass 5—10, ■ dass über 10^{mm} Regen gefallen sind; in Belgien*) bedeutet: ▩ = 0—5, ■ = 5—10, ▦ = über 10^{mm}; in Italien: = = 0—5, ≡ = 5—15, ≣ = 15 bis 30, ▤ = über 30^{mm} Regen.

Die Aenderungen des Barometers und Thermometers werden den betreffenden Karten beigegeben in Deutschland**) und England durch Worte (z. B. gefallen, stark gefallen etc.), in Frankreich durch Curven von 5 zu 5^{mm} oder Temperaturgraden. Diese Aenderungen beziehen sich alle auf die letzten 24 Stunden, nur an der Seewarte wurde von April 1880 bis Ende 1885 für die Luftdruckänderung das Intervall der letzten 12 Stunden genommen, eine Einrichtung, welche zwar entschiedene praktische Vortheile bietet,

---

*) Seit Anfang 1886, wo die belgischen Wetterkarten wesentliche Aenderungen erfuhren, fehlen diese Bezeichnungen. Die übrigen Zeichen sind fast dieselben geblieben.

**) Seit Anfang 1886 werden in Deutschland die Aenderungen dieser beiden Instrumente in den letzten 24 Stunden den Karten eingeschrieben, und zwar statt der absoluten Stände, die sich alle in der Tabelle befinden (vergl. unten die Wetterkarte).

jedoch theoretisch wegen der verschiedenen Beobachtungsintervalle nicht vorwurfsfrei ist.

Was die Bearbeitung des Materiales in Bezug auf die zu veröffentlichenden Wetterkarten betrifft, so zeigen sich hierin bei den einzelnen Systemen nicht minder grosse Verschiedenheiten. Durchweg (ausser in Oesterreich, Portugal und der Schweiz) werden täglich 2 Wetterkarten herausgegeben, wobei die Barometerstände und die Temperaturangaben oder ihre Aenderungen in 24 Stunden theils den Karten entweder ganz oder theilweise beigegeben, oder aber weggelassen werden, so dass man in letzterem Falle auf die Tabelle angewiesen ist.

In Betreff der kartographischen Verarbeitung des Beobachtungsmaterials zeigen die einzelnen wettertelegraphischen Systeme ausserordentlich viele Abweichungen, die dann besonders unbequem und störend sind, wenn man bei den synoptischen Studien gezwungen ist, Wetterkarten der verschiedenen Länder zu gebrauchen, wo es dann immer einiger Uebung bedarf, um sich zurecht zu finden, und es oft schwierig ist, die eine Bezeichnungsweise in die andere zu übertragen.

Wenn auch eingestanden werden muss, dass manche Eigenthümlichkeiten durch die Bedürfnisse der verschiedenen Länder und die Wünsche des Publikums bedingt werden, und auch für die Wirksamkeit und Entwickelung der ausübenden Witterungskunde ohne Belang sind, so wäre es doch wünschenswerth, dass auch hier der Hauptsache nach Einheit geschaffen würde, um so mehr, als es sich doch meistens nur um formelle Abänderungen handelt. Beispielsweise könnten die vom Wiener Congresse vorgeschlagenen Bezeichnungen der Hydrometeore etc. ohne jegliche Schwierigkeit allgemein angewendet werden, ebenso leicht wäre es, eine einheitliche Skala für die kartographische Darstellung der Windstärken allgemein durchzuführen, so dass die synoptischen Karten aller wettertelegraphischen Systeme bis zu einem gewissen Grade einander ähnlich und international ohne Weiteres verständlich würden.

Die durch die direkten Beobachtungen erhaltenen gleichzeitigen Barometerstände sind, abgesehen von der Reduction auf 0° C. und dem Instrumentalfehler, unter sich nicht vergleichbar, da dieselben, unter gleichen Umständen, abhängen von der Seehöhe. Um dieselben vergleichbar zu machen, was zur Veranschaulichung der horizontalen Luftdruckvertheilung und der damit zusammenhängenden Luftströmungen nothwendig ist, muss man für die verschieden hoch ge-

legenen Stationen diesen Einfluss der Seehöhe in Rechnung bringen oder ihn ganz entfernen, und hierzu hat man sich zweierlei Methoden bedient, entweder der Vergleichung der Abweichungen der beobachteten Barometerstände von dem betreffenden vieljährigen Mittel, oder der Reduction der Barometerstände auf das Meeresniveau. Die letztere Methode war wohl die am nächsten liegende und wurde zuerst von Leverrier im „Bulletin international“ angewendet und diesem Vorgange folgten die übrigen wettertelegraphischen Systeme; nur in Oesterreich, Russland, insbesondere aber in den Niederlanden bediente man sich der Abweichungen bis nach dem Wiener Congresse, auf welchem der Beschluss gefasst wurde, dass für Stationen, welche nicht über 300^{m} Seehöhe haben, die Reduction des Barometers auf das Meeresniveau angewendet werden sollte.

Betrachten wir zunächst die Methode der Abweichungen, so zeigen sich allerdings manche grosse Vortheile; diese Methode verlangt nur die Kenntniss der vieljährigen Mittelwerthe; die Kenntniss der Seehöhe, welche für einige Stationen noch unsicher ist, kommt nicht in Betracht, auch von Instrumentalfehlern ist man meist völlig unabhängig, und eine Reductionsformel mit unsicheren Voraussetzungen giebt es hier nicht. Allein andererseits geben uns die Abweichungen nicht das, was wir für unsere Zwecke gerade suchen, nämlich ein Bild der thatsächlichen horizontalen Druckverschiedenheiten, sie geben uns vielmehr nur eine Darstellung der unperiodischen Störungen auf dem Hintergrunde der periodischen Störungen, so dass also bei der Methode der Abweichungen nicht die thatsächliche Beziehung der Luftdruckvertheilung zu den herrschenden Winden zum Ausdrucke kommt, sondern eine solche, aus welcher bereits die durchschnittlich vorherrschenden Winde eliminirt sind. Um dieses klar einzusehen, denken wir uns zu irgend einer Zeit, etwa im Monate Januar, auf dem ganzen Gebiete zwischen Island und der Ostsee den Luftdruck am Meeresniveau vollkommen gleich, etwa 760^{mm}, so wird keine Luftbewegung innerhalb dieses Gebietes stattfinden können, wir haben also vollkommen Windstille. Bestimmen wir aber bei dieser Luftdruckvertheilung die Abweichungen, so erhalten wir für die Ostküste von Island eine Abweichung von $+ 14^{mm}$, für Christiansund von $+ 5^{mm}$, für Christiania von $\pm 0^{mm}$; sind umgekehrt auf den eben genannten Gebieten die Abweichungen von den Normalwerthen gleich Null, so liegt zwischen Ost-Island und Christiansund eine Druckdifferenz von 9^{mm}, und Ost-Island und Christiania eine solche von 14^{mm}, was einem starken Südwest-

winde entsprechen würde, wie er im Januar dort durchschnittlich herrscht.

Für kleinere Gebiete, wie die Niederlande, sind die Unterschiede zwischen den Normalwerthen des Luftdruckes in derselben Niveaufläche ohne Belang und ist die Methode der Abweichungen anwendbar und vortheilhaft, aber für grössere Gebiete, wie sie die Wettertelegraphie für ihre Zwecke erheischt, ist sie durchaus nicht zweckmässig.

Aber auch die Anwendung der zweiten Methode, die uns allein rationell erscheinen muss, zeigt manche erhebliche Unsicherheiten. Indem wir die in verschiedenen Seehöhen abgelesenen Barometerstände auf das Meeresniveau reduciren, legen wir eine Vertheilung des Luftdruckes zu Grunde, die in Wirklichkeit nicht existirt, und die hieraus berechneten Gradienten*) müssen daher von den wahren der Grösse nach mehr oder weniger abweichen, und auch ihre Richtung ist nicht immer dieselbe, so dass hieraus Windverhältnisse resultiren, die den thatsächlichen nicht entsprechen. Reduciren wir eine Höhenstation auf eine andere, am Meeresniveau liegende Station und wenden dann die umgekehrte Reduction an, nämlich reduciren wir die tiefere Station auf die höhere, so werden wir oft sehr verschiedene Gradienten für dieselben Niveauflächen finden, je nach den bei der Reduction eingesetzten Temperaturen, so dass diese auf ein Niveau reducirten Barometerstände kein genaues Urtheil über die Richtung und Stärke des Windes zulassen.

Bekanntlich nimmt man bei der Reduction der Barometerstände auf das Meeresniveau eine constante Temperaturabnahme von 0,5° für jede 100^{m} Seehöhe an, eine Annahme, welche zwar für Mittelwerthe im Allgemeinen richtig ist, welche jedoch in besonderen Fällen, für welche ja in der Regel die Reduction angewandt wird, häufige und erhebliche Modificationen erleidet; ja nicht selten findet eine Umkehrung der verticalen Temperaturvertheilung statt, so dass die Temperatur mit der Höhe zunimmt. Da aber bei unserer jetzigen Kenntniss der wahren Temperaturvertheilung in der freien Luft eine genaue Berücksichtigung dieser nicht möglich ist, so werden die auf das Meeresniveau reducirten Barometerstände mit Fehlern behaftet sein, die um so grösser sind, je grösser die Seehöhen der dabei in Betracht kommenden Stationen sind. Schliessen wir indessen

*) Der Gradient ist der auf die Längeneinheit bezogene und senkrecht zu den Isobaren gemessene Unterschied der Barometerstände in Millimetern ausgedrückt. Als Längeneinheit wird der Aequatorialgrad 111^{km} angenommen.

alle die Stationen mit sehr beträchtlichen Seehöhen von der Benutzung zu Isobarenkarten aus, so werden wir immerhin durch die Reduction auf das Meeresniveau uns ein richtiges Bild verschaffen können, insbesondere dann, wenn es sich nicht um allzu geringe Luftdruckdifferenzen nach horizontaler Richtung handelt.

Aus den oben dargelegten Gründen wird es gestattet sein, an der Reductionsformel einige Vereinfachungen vorzunehmen, um so mehr, wenn es sich darum handelt, eine raschere Bearbeitung des Materiales zu bewerkstelligen und grössere Sicherheit bei der Reduction vor groben Versehen zu gewinnen.

Die Grundlage der Reduction bildet die Laplace'sche Höhenformel[20]):

$$h = 18336\left[1 + \frac{2(t+t^1)}{1000}\right](1 + 0{,}00265 \cos 2\varphi)\left[(1 + \frac{h}{r}) \log\frac{b}{b^1} + 0{,}868589\frac{h}{r}\right]$$

wobei bedeutet:

b den auf 0° reducirten Barometerstand der unteren Station,
b^1 „ „ „ „ „ „ oberen „
t die Temperatur der Luft in °C. an der unteren Station,
t^1 „ „ „ „ „ „ „ „ oberen „
φ das arithmetische Mittel der geogr. Breiten beider Stationen,
r den Erdradius = 6366200^m und
h die in Metern ausgedrückte Höhendifferenz.

Für die logarithmische Rechnung eingerichtet, gestaltet sich die obige Formel folgendermassen:

$$h = 18382 \log\frac{b}{b^1}\left[1 + \frac{2(t+t^1)}{1000}\right](1 + 0{,}00265 \cos 2\varphi)\left[1 + \frac{h}{r}\right]$$

Die beiden letzten Factoren sind von 1 sehr wenig verschieden und dürfen ohne Bedenken vernachlässigt werden, so dass uns noch bleibt

$$h = 18382 \log\frac{b}{b^1}\left[1 + \frac{2(t+t^1)}{1000}\right]$$

Hieraus ergiebt sich

$$\log b = \log b_1 + \frac{18382\, h}{1 + \frac{2(t+t')}{1000}}$$

Von Bauernfeind, Rühlmann u. A. ist auch der Dampfgehalt der Luft in die Rechnung eingeführt worden. Hann, Bruhns und Köppen haben gezeigt, dass dieses geschehen kann durch blose Anpassung des experimentell festgesetzten Ausdehnungscoefficienten der Luft (0,00366), und dass man dabei sehr nahe auf den

von Laplace angenommenen Factor 0,004 kommt. Die von Köppen[21]) gegebene Formel, in welcher auch der Einfluss der Breite durch dessen Temperatur-Aequivalent ausgedrückt wird, lautet:

$$\log b = \log b_1 + \frac{h}{18460 + 72\left((t + \frac{45 - \varphi}{52}\right)}$$

wobei t die, auf welche Weise es auch sei, bestimmte, mittlere Temperatur der ganzen Luftschicht ist. In Deutschland kann die Breite-Correction zu praktischen Zwecken ganz vernachlässigt werden (siehe unten) und wir erhalten dann:

$$\log b = \log b^1 + \frac{h}{18460 + 72\,t} = \log b^1 + \frac{h}{72\,(256,4 + t)}.$$

Da t^1 gegeben ist, so kommt es bei jener Formel nur noch darauf an, die Temperatur der Luft t an der unteren Station resp. im Meeresniveau zu bestimmen, und hierbei ist eine grosse Willkür unvermeidlich, da es sich um die Grösse der Abnahme der Temperatur mit der Höhe handelt, welche überhaupt ausserordentlich grossen Schwankungen unterworfen ist. Nach Wild[22]), Hann[23]) und Hirsch[24]) erhalten wir für die Abnahme der Temperatur mit der Höhe für je 100^m in ^{0} C. folgende Durchschnittszahlen:

	Dec. 0,...	Jan. 0,...	Febr. 0,...	März 0....	April 0,...	Mai 0,...	Juni 0,...	Juli 0,...	Aug. 0,...	Sept. 0,...	Oct. 0,...	Nov. 0,...	Jahr 0,...
Kaukasus . .	.249	.356	.428	.478	.558	.578	.606	.594	.600	.529	.462	.205	**.470**
Alpen u. Deutschland	.388	.403	.491	.601	.677	.695	.676	.652	.633	.599	.532	.445	**.566**
Schafberg . .	.305	.225	.330	.541	.590	.600	.600	.565	.540	.510	.370	.280	**.455**
Schweiz . . .	.300	.298	.527	.674	.624	.710	.748	.702	.655	.571	.585	.518	**.576**

Hieraus ergiebt sich für die Jahreszeiten und das Jahr:

	Winter 0,...	Frühling 0,...	Sommer 0,...	Herbst 0,...	Jahr 0,...
Kaukasus	.344	.538	.600	.399	**.470**
Alpen u. Deutschland .	.427	.658	.654	.525	**.566**
Schafberg	.287	.577	.568	.387	**.455**
Schweiz	.375	.669	.702	.558	**.576**

In der täglichen Periode erscheinen die täglichen Schwankungen dieser Werthe noch grösser; so fand Bauernfeind am hohen Miesing für die vertikale Temperaturabnahme im August 1857 für je 100^m:

8^h a. m.	0,21°	1^h p. m.	0,79°
9	0,30	2	0,80
10	0,71	3	0,65
11	0,49	4	0,56
12	0,63	5	0,36
		6	0,28

Hieraus ergiebt sich eine Schwankung von 0,6°, welche nur für ganz nahe gelegene Orte gilt, für entferntere sind die Schwankungen noch bedeutend grösser.

Für geringe Höhen ist die Reductionsgrösse nahezu proportional der Höhe, und wächst die Unsicherheit wenigstens auch proportional der Höhe, so dass die Genauigkeit der Reductionsgrösse proportional dem Quadrate der Höhe abnimmt [25]).

	Für die Rechnung benutzte		Barometerstände in Millimetern:								
	Temp. °C.	Seehöhe. Meter.	700	710	720	730	740	750	760	770	780
			Correction in Millimetern:								
Memel	6,4	12,4	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2
Königsberg . .	6,7	22,6	1,9	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,1
Neufahrwasser .	8,0	4,2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Cöslin	7,3	35,0	3,1	3,1	3,1	3,2	3,2	3,3	3,3	3,4	3,4
Swinemünde .	8,0	5,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Warnemünde .	8,0	5,1	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Kiel	8,0	7,9	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8
Hamburg . . .	8,0	19,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8	1,8	1,9
Cuxhaven . .	8,0	6,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6
Keitum . . .	8,0	11,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1
Wilhelmshaven .	8,6	1,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Borkum . . .	8,6	5,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Krefeld . . .	9,6	44,8	3,8	3,8	3,9	4,0	4,1	4,0	4,1	4,2	4,2
Münster i. W. .	9,6	63,5	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7	5,7	5,8	5,9	6,0
Kassel	9,1	171,0	14,6	14,8	15,1	15,3	15,5	15,7	15,9	16,1	16,3
Hannover . .	9,2	57,0	4,8	4,9	5,0	5,0	5,1	5,2	5,2	5,3	5,4
Leipzig . . .	8,8	119,0	10,2	10,3	10,4	10,6	10,7	10,9	11,0	11,2	11,3
Berlin	9,1	48,5	4,1	4,2	4,2	4,3	4,3	4,4	4,5	4,5	4,6
Breslau . . .	8,7	147,3	12,6	12,8	13,0	13,2	13,3	13,5	13,7	13,9	14,1
Thorn	8,0	52,0	4,4	4,5	4,6	4,6	4,7	4,7	4,8	4,9	4,9
Trier	10,1	146,0	12,4	12,6	12,8	13,0	13,1	13,3	13,5	13,7	13,8
Wiesbaden . .	9,8	110,9	9,4	9,6	9,7	9,8	10,0	10,1	10,2	10,4	10,5
Karlsruhe . .	9,8	123,0	10,5	10,6	10,8	10,9	11,1	11,2	11,4	11,5	11,7
Friedrichshafen	10,6	407,3	35,1	35,6	36,1	36,6	37,1	37,6	38,1	38,6	39,1
Bamberg . . .	9,0	236,0	20,3	20,6	20,8	21,1	21,4	21,7	22,0	22,3	22,6
München *) . .	8,6	529,8	46,4	47,1	47,7	48,4	49,0	49,7	50,4	51,0	51,7

An einigen Centralstellen, so auch an der Seewarte, wird nach Reduction des beobachteten Barometerstandes auf 0° und Entfernung

*) Bei den niedrigeren Barometerständen von 650 bis 690^{mm} ergeben sich für München folgende positive Correctionen:

Barom.	650	660	670	680	690
Correct.	43,1	43,7	44,4	45,1	45,7

des Instrumentalfehlers, die Reduction nicht unter Berücksichtigung der jeweiligen Temperatur, sondern der mittleren Jahrestemperatur der zwischen dem Barometer und dem Meeresniveau zu denkenden Luftschichte ausgeführt, so zwar, dass die Temperatur in der halben Höhe der Luftschichte unter Annahme einer Abnahme von 0,5° auf je 100^{m} zu Grunde gelegt wurde. Für die Stationen der Seewarte ergiebt sich obige Tabelle, welche mit Hilfe der nach der obigen Formel von Gauss entworfenen Tafel in Jelinek's „Anleitung zur Anstellung meteorologischer Beobachtungen" berechnet wurde [26]).

Will man bei den nach der vorhergehenden Tabelle berechneten Werthen auch die jeweilige Lufttemperatur berücksichtigen, so lassen sich leicht die Correctionen berechnen, welche noch ausserdem anzubringen sind, um die reducirten Barometerstände mit Berücksichtigung der jeweiligen Temperatur zu erhalten. Die folgende Tabelle giebt auszugsweise diese Correction für einen (reducirten) Barometerstand von 760^{mm}, wobei die angegebenen Temperaturen die Mitteltemperaturen der ganzen Luftschicht sind:

	Seehöhe in Metern.	− 20°	− 15°	− 10°	− 5°	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°
Memel . . .	12,4	+0,1	+0,1	+0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	−0,1	−0,1	−0,1
Königsberg .	22,6	+0,2	+0,2	+0,1	+0,1	+0,1	0,0	0,0	−0,1	−0,1	−0,1	−0,2
Neufahrwasser . .	4,2	+0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cöslin . . .	35,0	+0,3	+0,3	+0,2	+0,1	+0,1	0,0	0,0	−0,1	−0,1	−0,2	−0,3
Swinemünde .	5,7	+0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Warnemünde	5,1	+0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kiel	7,9	+0,1	+0,1	+0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	−0,1	−0,1
Hamburg . .	19,7	+0,2	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	0,0	0,0	0,0	−0,1	−0,1	−0,1
Keitum . . .	11,5	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	−0,1	0,1	−0,1
Wilhelmshaven . .	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Borkum . .	5,5	+0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Krefeld . .	44,8	+0,5	+0,4	+0,3	+0,2	+0,2	+0,1	0,0	−0,1	−0,2	−0,2	−0,3
Münster . .	63,5	+0,6	+0,5	+0,4	+0,3	+0,2	+0,1	0,0	−0,1	−0,2	−0,3	−0,4
Kassel . . .	171,0	+2,6	+1,6	+1,2	+0,9	+0,6	+0,2	−0,1	−0,4	−0,7	−0,9	−1,2
Hannover . .	57,0	+0,5	+0,5	+0,4	+0,3	+0,2	+0,1	0,0	−0,1	−0,2	−0,3	−0,4
Leipzig . .	119,0	+1,1	+0,9	+0,7	+0,5	+0,3	+0,1	0,0	−0,2	−0,4	−0,6	−0,8
Berlin . . .	48,5	+0,5	+0,4	+0,3	+0,2	+0,1	+0,1	0,0	−0,1	−0,2	−0,3	−0,3
Breslau . . .	147,3	+1,3	+1,1	+0,9	+0,7	+0,4	+0,2	−0,1	−0,3	−0,5	−0,8	−1,0
Thorn . . .	52,0	+0,5	+0,4	+0,3	+0,2	+0,1	+0,1	0,0	−0,1	−0,2	−0,3	−0,4
Trier . . .	146,0	+1,4	+1,2	+1,0	+0,7	+0,5	+0,2	0,0	−0,2	−0,5	−0,7	−0,9
Wiesbaden .	110,9	+1,1	+0,9	+0,7	+0,5	+0,4	+0,2	0,0	−0,2	−0,4	−0,6	−0,7
Karlsruhe . .	123,0	+1,2	+1,0	+0,8	+0,6	+0,4	+0,2	0,0	−0,2	−0,4	−0,6	−0,8
Friedrichshafen . .	407,8	+4,1	+3,5	+2,8	+2,1	+1,4	+0,8	+0,1	−0,6	−1,3	−1,9	−2,6
Bamberg . .	236,0	+2,3	+1,9	+1,5	+1,1	+0,7	+0,3	−0,1	−0,5	−0,9	−1,2	−1,6
München . .	529,8	+5,1	+4,2	+3,3	+2,4	+1,5	+0,6	−0,3	−1,1	−2,0	−2,9	−3,8

Für Stationen, welche an der Südseite des Beobachtungsgesetzes liegen, z. B. Bayern, erscheint es vortheilhaft, die beobachtete Temperatur der Höhenstation für die Mitteltemperatur der ganzen Luftschichte zu setzen, also $t = t^{1}$, da die südlicher gelegenen

Höhenstationen entweder gleiche oder höhere Temperatur aufweisen, als die beispielsweise an der Nord- und Ostsee gelegenen. Die nachstehenden Reductionstäfelchen sind auf diese Weise berechnet [27], wobei die in denselben enthaltenen Grössen zu den beobachteten auf 0° reducirten Barometerständen zu addiren sind.

Luft-temperatur.	Speier h = 104,5m beobachteter Barometerstand mm						Hohenpeissenberg h = 964.4m					
	770	760	750	740	730	720	690	680	670	660	650	640
− 20°	11,0	10,9	10,8	10,6	10,5	10,3	100,0	98,6	97,1	95,7	94,2	92,8
− 15	10,7	10,6	10,5	10,3	10,2	10,1	97,7	96,3	94,9	93,5	92,1	90,6
− 10	10,4	10,3	10,2	10,1	9,9	9,8	95,6	94,2	92,8	91,4	90,0	88,6
− 5	10,1	10,0	9,9	9,8	9,7	9,6	93,5	92,1	90,8	89,4	88,1	86,7
0	10,0	9,9	9,8	9,7	9,5	9,4	91,5	90,2	88,8	87,5	86,2	84,9
+ 5	9,9	9,8	9,6	9,5	9,4	9,3	89,6	88,3	87,0	85,7	84,4	83,1
+ 10	9,8	9,6	9,5	9,7	9,3	9,1	87,8	86,5	85,2	83,9	82,5	81,4
+ 15	9,6	9,5	9,3	9,2	9,1	9,0	86,0	84,8	83,5	82,3	81,0	79,8
+ 20	9,4	9,3	9,2	9,0	8,9	8,8	84,3	83,1	81,9	80,7	79,4	78,2
+ 25	9,2	9,1	9,0	8,9	8,8	8,6	82.7	81,1	80,3	79,1	77,9	76,7
+ 30	9,1	8,9	8,8	8,7	8,6	8,5	81,1	80,0	78,8	77,6	76,4	75,3

Die Reductionstafel für Hohenpeissenberg zeigt die rasche Abnahme der Reductionsgrösse mit zunehmender Temperatur. Da nun die Temperatur in Gebirgen viel mehr Schwankungen ausgesetzt ist als in der freien Atmosphäre, so wird man für hohe Stationen meistens unbrauchbare Werthe erhalten und da kein Reductionsverfahren hier irgend eine Abhilfe gewähren kann, so scheint es am gerathensten, wenn man nicht lieber auf die Reduction verzichten will, unter Annahme einer constanten Temperatur zu reduciren, weil alsdann die Beobachtungen weniger entstellt werden, als durch Anbringung veränderlicher und unsicherer Werthe.

Oefters zeigen unsere Wetterkarten in der Alpengegend bei ruhigem Wetter so bedeutende Gradienten, dass hieraus eine stürmische Luftbewegung resultiren müsste, wenn man die in der Ebene geltenden Verhältnisse zu Grunde legen wollte. Diese grossen Druckdifferenzen findet man auch bei gleich hoch und verhältnissmässig nahe gelegenen Stationen auf beiden Seiten der Alpenkette, so dass dieses Verhalten, abgesehen von den verschieden temperirten Luftmassen in der unteren Atmosphäre, nur in der Hemmung des Luftaustausches durch die Gebirgsketten gesucht werden muss.

Aus diesen Darlegungen geht hervor, dass die Unsicherheit in der Reduction auf das Meeresniveau rasch mit der Höhe wächst, und daher wurde von einigen Seiten der Vorschlag gemacht, in

den Original-Wettertelegrammen die Zehntelmillimeter fallen zu lassen. Für die meisten Stationen könnte dieses auch ohne Bedenken geschehen, allein ich würde es für einen sehr bedauerlichen Rückschritt halten, wollte man diese Maassregel allgemein durchführen und auf Stationen mit geringen Seehöhen ausdehnen. Bei Stationen mit einer Seehöhe unter 50^{m} lassen sich die Zehntel ganz gewiss mit Erfolg bei der Construction der Isobaren verwerthen, was schon daraus hervorgeht, dass schon nicht berücksichtigte Instrumentalfehler von etwa $0{,}5^{mm}$ an bei den Stationen mit geringer Seehöhe nicht lange der Beobachtung entgehen. Dazu kommt aber noch, dass bei Wegfall der Zehntelmillimeter die sehr wichtigen Angaben der Aenderungen des Luftdruckes ungenauer ausfallen würden. Viel eher und ohne Bedenken könnten die Zehntel der Temperatur entbehrt werden. —

Da die Schwere, d. h. der Druck, den ein Körper auf seine horizontale Unterlage ausübt, nicht allein von der vertikalen Erhebung, sondern auch von der geographischen Breite abhängt, so werden die durch das Quecksilberbarometer gemessenen Barometerstände, wie schon oben bemerkt, noch einer Correction bedürfen, welche gewöhnlich die Schwere-Correction genannt wird. In der Regel reducirt man in dieser Beziehung alle Barometerstände auf 45° Breite. Obgleich diese Correction in der Wettertelegraphie nirgends (ausser in neuester Zeit in Nordamerika) zur Anwendung kommt, so will ich dieselbe der Vollständigkeit wegen dennoch hier nicht übergehen. Ein Barometerstand von 760^{mm} ist je nach der Breite um folgende Grössen (auf 45° Breite) zu corrigiren (+ bedeutet zu vergrössern, — zu verkleinern)[28]:

$\varphi =$	0	7°	12°	18°	22°	26°
	$\mp$ 1,97	$\mp$ 1,191	$\mp$ 1,80	$\mp$ 1,59	$\mp$ 1,42	$\mp$ $1{,}21^{mm}$
$\varphi =$	90°	83°	78°	72°	68°	64°
$\varphi =$	30°	33°	36°	39°	42°	45°
	$\mp$ 0,98	$\mp$ 0,80	$\mp$ 0,61	$\mp$ 0,41	$\mp$ 0,21	$\mp$ $0{,}00^{mm}$
$\varphi =$	60°	57°	54°	51°	48°	45°

Bei genaueren Untersuchungen, namentlich bei Bildung von Mittelwerthen, dürfte sich die Anbringung dieser Correctionen empfehlen.

Die Aneroidbarometer bedürfen dieser Correction bekanntlich nicht, aber trotzdem empfiehlt sich dieses Instrument zu wissenschaftlichen Beobachtungen nicht (höchstens zu Variationsbeobach-

tungen), da dasselbe sich im Laufe der Zeit ständig und oft sprungweise ändert.

Ein anderer schwer zu beseitigender Missstand ist der, dass auch die Thermometerstände, wie sie die Beobachtungen ergeben, nur theilweise mit einander vergleichbar sind. In unseren täglichen Wetterkarten werden diese ohne Rücksicht auf die Seehöhen eingetragen und so direkt zur Construction der Isothermen benützt. Da aber die Stationen mit grösserer Seehöhe unter denselben Umständen eine niederigere Temperatur zeigen, als die mit geringerer Seehöhe, so geben die Isothermen ein verzerrtes Bild der Temperaturvertheilung, und zwar um so complicirter, je mehr Stationen mit sehr verschiedenen Seehöhen wir in Betracht ziehen. Wir begehen eine Inconsequenz, wenn wir die Isothermen einerseits über Gebirgszüge (z. B. Alpen, skandinavisches Gebirge), ohne weiteres hinwegziehen und andererseits wieder die direkten Temperaturen von Stationen zu Grunde legen, deren Seehöhen nicht unbedeutend sind. Um dieses zu zeigen, wollen wir für die Temperaturangaben für München, Clermont, Wien und Hermannstadt nach der oben (pag. 61) angegebenen Tabelle für die Alpen und Deutschland die Correctionsgrössen bestimmen; wir erhalten alsdann:

		Correctionsgrösse.				
	Seehöhe.	Winter.	Frühjahr.	Sommer.	Herbst.	Jahr.
München	530	2,26°	3,49°	3,31°	2,78°	3,00
Clermont	395	1,69°	2,60°	2,46°	2,07°	2,24
Wien	197	0,84°	1,30°	1,23°	1,03°	1,12
Hermannstadt . .	414	1,68°	2,72°	2,58°	2,17°	2,34

Man sieht also hieraus, dass die durchschnittliche Correction für Stationen, die eine etwas erhebliche Seehöhe haben, keine unbedeutende und nicht ohne weiteres zu vernachlässigende ist, allein auch hier haben wir keine sichere und brauchbare Methode, welche zur Reduction der Thermometerstände in Anwendung gebracht werden könnte, indem das Problem, ein Gesetz für die Wärmeabnahme mit der Höhe aufzufinden, jedenfalls zu den schwierigsten und verwickeltsten gehört, so dass bis jetzt keine auch nur annähernd genügende Lösung desselben erbracht werden konnte, weder für die freie Atmosphäre, noch, was noch viel verwickelter ist, für die Gebirge selbst.

Dazu kommt noch ein anderer Missstand, welcher die direkte Vergleichung der Thermometerstände erschwert, nämlich die Ungleichheit in den Beobachtungsterminen. Die hierdurch entspringende

Ungenauigkeit ist nicht ganz unbedeutend, wie folgende Tabelle zeigt, welche die durchschnittliche Zunahme der Temperatur von 7—8 Uhr Morgens angiebt.

	Dec.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.
Petersburg .	+0,1	+0,1	+0,1	+0,5	+0,7	+1,0	+1,0	+1,9	+1,0	+0,7	+0,8	0,0
Brüssel . .	0,0	0,0	0,0	0,3	0,9	1,2	1,2	1,3	1,1	0,7	0,2	0,0
Hermannstadt .	0,4	0,4	0,5	0,8	1,2	1,8	1,8	1,6	1,6	1,8	0,9	0,5
Triest . .	0,1	0,1	0,2	0,5	0,6	0,6	0,8	0,9	0,8	0,5	0,4	0,1
Madrid . .	0,3	0,3	0,8	1,6	1,9	1,8	2,0	2,3	2,3	1,7	1,4	0,9

Bei den häufigen und erheblichen Schwankungen der Temperatur, deren Gang in der täglichen Periode nicht selten umgekehrt wird, ist es in Einzelfällen nicht thunlich, bei den synoptischen Karten Reductionen nach dieser Richtung anzuwenden, welche vielfach zu noch grösseren Irrthümern führen müssten. —

Wenn gleich wir auch nicht im Stande sind, alle vorhin angeführten Unvollkommenheiten zu beseitigen, so ist es doch sehr nützlich, wenn wir die Existenz derselben kennen und ihre Grösse beurtheilen können, alsdann können sie nicht leicht zu groben Irrthümern Veranlassung geben.

Hier dürfte der Ort sein, die Ausdrücke zu erklären, welche in den Wetterberichten der Seewarte zur Anwendung kommen, sei es in den Tabellen und Wetterkarten oder in den Witterungsübersichten oder Wetterprognosen [29]. Eine absolut feste, nach allen Seiten hin genau definirte Terminologie dieser Ausdrücke, die von jeder Unsicherheit und Zweideutigkeit, insbesondere was die Prognosen anbetrifft, befreit ist, lässt sich gegenwärtig kaum geben, indessen dürften die folgenden von der Seewarte gegebenen Erklärungen, die aus der Praxis hervorgingen, geeignet sein, eine richtigere Auffassung der Wetterberichte und namentlich der Prognosen anzubahnen, als sie bisher vielfach statt hatte.

In den Tabellen und Karten werden für die einzelnen Elemente die Zeichen und Ausdrücke angewandt, welche bereits oben besprochen worden sind (vergl. auch unten, Legende zur 1. Wetterkarte), wir haben hier noch diejenigen Ausdrücke zu erklären, welche sich auf den Text der Witterungsübersichten und Wetterprognosen beziehen.

Was zunächst die Aenderungen des Luftdrucks und der Temperatur in den letzten 24 Stunden betrifft, so bedeutet:

unverändert = eine Aenderung unter 1^{mm} resp. 1° C.
wenig Aenderung = „ „ von $1-3^{mm}$ „ $1-3^{\circ}$ C.

Ferner werden die Aenderungen des Barometers und Thermometers (in den letzten 24 Stunden) durch folgende Ausdrücke wiedergegeben:

Barometer:		Temperatur:	
$\pm$ 2 (1—3)mm:	„etwas gestiegen". „etwas gefallen".	$\pm$ 2° (1°—3°) C.:	„etwas wärmer". „etwas kälter".
$\pm$ 5 (3—7½)mm:	„gestiegen". „gefallen".	$\pm$ 5° (3—7½°) C.:	„wärmer". „kälter".
$\pm$ 10 (7½—12½)mm:	„stark gestieg." „stark gefall."	$\pm$ 10° (7½—12½°) C.:	„viel wärmer". „viel kälter".
$\pm$ 15 (12½—17½)mm:	„sehr stark gestiegen". „sehr stark gefallen".	$\pm$ 15° (12½—17½°) C.:	„sehr viel wärmer". „sehr viel kälter".
$\pm$ 20mm und mehr:	„äusserst stark gestiegen". „äusserst stark gefallen".		

Da die in den Witterungsberichten und Prognosen angewandten Bezeichnungen den vorwiegenden Witterungscharakter des Tages oder seiner Abschnitte für ganze Gebietstheile wiedergeben sollen, so müssen dieselben einen gewissen Spielraum haben, dessen Grenzen möglichst genau festgestellt sind, so dass bei Ueberschreitung derselben eine räumliche oder zeitliche Zerlegung vorzunehmen ist. Von den Ausdrücken: „theilweise", „zeitweise", „stellenweise", bezieht sich das erstere sowohl auf Raum als auch auf Zeit. Dasselbe gilt von „vorwiegend", „grösstentheils", „meistentheils" und „meistens", wobei wenigstens ⅔ der Orte resp. der Zeit die betreffende Witterung aufweisen.

„Ueberall" bezeichnet die Gesammtheiten der Orte ohne bekannte Ausnahme, „allgemein" oder „im Allgemeinen" bezeichnet die grosse Mehrheit der Orte, unter Zulassung vereinzelter Ausnahmen.

„Neigung zu Niederschlägen, zur Nebel- und Gewitterbildung" bedeutet für Raum und Zeit, dass alle bekannten Vorbedingungen zum Eintritt der betreffenden Erscheinung gegeben seien und diese zum Mindesten hier da von Zeit zu Zeit zur Ausbildung komme.

Die auf den Wind, Bewölkung etc. bezüglichen unten angegebenen Ausdrücke gelten sowohl für Raum als auch für Zeit.

Die in den Prognosen vorkommenden Ausdrücke „zunächst", „dann", sind so zu verstehen, dass „zunächst" hauptsächlich für

den Abend des laufenden und den Morgen des folgenden Tages, „dann" namentlich für den Nachmittag und Abend des folgenden, eventuell auch für den Vormittag des zweitfolgenden Tages gelten, während die Prognose sich sonst nur auf den folgenden Tag, von Mitternacht bis Mitternacht bezieht, obgleich wegen der Unsicherheit unseres Urtheils über die Geschwindigkeit des Fortschreitens der Witterungsphänomene eine genaue Grenze sich nicht gut feststellen lässt.

1) Ausdrücke für Einzelerscheinungen.

a) Für die geographische Vertheilung des Luftdruckes:

Barometrisches Minimum: Ort, wo der auf das Meeresniveau reducirte Barometerstand niedriger ist, als in seiner ganzen Umgebung.

Cyklone: Das das barometrische Minimum umgebende Windsystem, dessen Windbahnen jenem ihre concaven Seiten zuwenden.

Barometrische Depression: Gebiet niedrigen Luftdruckes in der Umgebung des barometrischen Minimums.

Barometrisches Maximum: Ort, wo der Luftdruck höher ist, als in der ganzen Umgebung.

Anticyklone: Das das barometrische Maximum umgebende Windsystem, dessen Windbahnen jenem die convexen Seiten zuwenden.

b) Für den Wind:

Umgehen des Windes: Veränderung der Windrichtung.

Umspringen des Windes: Plötzliche starke Aenderung der Windrichtung.

Umlaufen des Windes: Stetige, aber in einem kurzen Zeitraum sich vollziehende Aenderung der Windrichtung.

Rechtdrehen oder Ausschiessen: Umgehen des Windes in der dem Dove'schen Drehungsgesetz entsprechenden Folge oder übereinstimmend mit dem scheinbaren Lauf der Sonne in der betreffenden Hemisphäre ausserhalb der Tropen; auf der nördlichen Halbkugel also N—E—S—W oder mit dem Zeiger der Uhr.

Zurückdrehen oder Krimpen: Umgehen des Windes in derjenigen Richtung, welche der beim „Rechtdrehen" beschriebenen entgegengesetzt ist.

Anmerkung. Die beiden letztgenannten Ausdrücke werden zwar für alle Theile der Windrose in den gemässigten Zonen beider Halbkugeln gebraucht; ihre besondere Anwendung finden diese Ausdrücke jedoch für das häufig vorkommende und von charakteristischen Aenderungen der Witterung begleitete Umgehen der Winde beim Vorübergehen eines barometrischen Minimums auf der Polarseite des Beobachtungsortes für die nördliche Hemisphäre, also besonders für die Theile der Windrose zwischen Südost, Süd, West und Nord.

Auffrischen: Stärkerwerden des Windes.

Abflauen: Schwächerwerden des Windes.

Anmerkung. Bei Windstärken über 6 der zwölftheiligen Skala werden in der Regel die Ausdrücke „Zunehmen und Abnehmen des Windes“ anstatt „Auffrischen“ und „Abflauen“ gebraucht.

Windstoss: Schnelles Anwachsen der Windstärke (wobei mindestens die Stärke 6 erreicht wird) mit bald darauf folgendem Abflauen.

c) Für die Bewölkung:

Cirröse Bewölkung: Hohe Federwolken der verschiedenen Gattungen (Cirrus, Cirrostratus und Cirrocumulus).

Wolkenbrechen: Das Zerfallen einer vergleichsweise niedrigen und formlosen Wolkendecke in einzelne Wolken, ohne dass nothwendig blauer Himmel sichtbar wird.

Aufklaren: Das Sichtbarwerden des blauen Himmels.

d) Für Niederschläge und Nebel:

Hagel: Die allgemeine Bezeichnung für Niederschläge gefrorenen Wassers in Körnern von mehr als 1^{mm} Durchmesser. Man unterscheidet dreierlei Hagelkörner:

Graupeln: Kleinere und in der Zusammensetzung mehr schneeige Körner.

Hagel im engeren Sinne: Körner von $5-10^{mm}$ Durchmesser, theils aus klarem, theils aus undurchsichtigem Eise bestehend.

Schlossen: Sehr grosse Hagelsteine von mehr als 10^{mm} Durchmesser.

Schlacken: Regen, mit Schnee oder namentlich Eisplättchen gemischt.

Regenschauer, Schnee-, Graupel-, Hagel-, Nebel-Schauer: Ziemlich starke Niederschläge in den betreffenden Formen, welche nur kurze Zeit (nicht länger als eine Stunde) anhalten.

Platzregen: Regenschauer von ungewöhnlicher Stärke und Ausgiebigkeit.

Sprüh- oder Staubregen: Ein sehr feiner Regen.

Landregen: Anhaltender, über ein grosses Gebiet sich ausdehnender Regen von mässiger Stärke bei Windstille oder schwacher Luftbewegung.

Strichregen: Ueber kleine Landstriche hinziehender Regen, der also an einem bestimmten Orte nur von geringer Dauer ist.

Schneegestöber: Die Luft ist bei starkem Winde von wirbelnden Schneeflocken erfüllt, welche theils von oben, theils vom Boden stammen.

e) Für den Komplex von Wind und Hydrometeoren.

Böen: Windstösse von der Dauer weniger Minuten bis zu einer Stunde, begleitet von Niederschlag — meist starken Regen-, Schnee- oder Graupelschauern — oder doch schweren rasch vorüberziehenden Wolken.

Je nach den begleitenden Hydrometeoren wird von Regen-, Schnee-, Graupel-, Hagel- und Gewitterböen gesprochen.

Gewittersturm: Dasselbe wie Gewitterbö.

2) Allgemeine Bezeichnungen für den Witterungscharakter.

a) In Beziehung auf den Wind
(bei diesen Bezeichnungen bleiben die Niederschläge unberücksichtigt):

Stilles Wetter: Windstärke zwischen 0 und 3.

Windiges Wetter: Windstärke zwischen 4 und 7.

Stürmisches Wetter: Windstärke zwischen 7 und 12.

Die Winde selbst werden mit folgenden Ausdrücken bezeichnet, wenn ihre Kennzeichnung für grössere Gebiets- oder Zeitabschnitte geschehen soll:

Schwache Winde: wenn ihre Stärke dem Raume oder der Zeit nach zwischen den Graden 1 und 4 von Beaufort's Skala schwankt, wobei die Grade 1 und 4 nur lokal oder zeitweilig auftreten.

Mässige Winde: wenn in demselben Sinne 3 und 6 die Grenzen die Windstärke bilden.

Starke Winde: wenn in demselben Sinne 4 und 8 die Grenzen der Windstärke bilden.

Stürmische Winde: wenn in demselben Sinne 7 und 12 die Grenzen der Windstärke bilden.

Unbestimmte Winde: wenn nach Raum oder Zeit eine bestimmte Windrichtung nicht vorherrscht.

Böige Winde: wenn ihre Stärke zeitweilig bedeutend anwächst und im Durchschnitt nicht unter 4 beträgt.

Bezüglich der Windrichtung ist als Regel angenommen, dass jede Angabe derselben unter Zusatz der Silbe „lich" einen Spielraum von etwa 4 Strich jederseits, die einfache Angabe einer der 16 Richtungen aber nur einen solchen von 2 Strich jederseits besitzt. So kann z. B. die Bezeichnung „westlicher Wind" sowohl für SW als NW als zutreffend angesehen werden, die Bezeichnung „Westwind" aber höchstens noch für WSW und WNW.

b) In Beziehung auf Bewölkung und Niederschlag:

Heiteres Wetter: Bewölkung 0—$^1/_4$.

Ziemlich heiteres Wetter: Bewölkung $^1/_4$—$^2/_4$.

Bewölktes oder wolkiges Wetter: Bewölkung $^2/_4$—$^4/_4$, jedoch mit getrennten Wolkenmassen, nicht mit einförmiger Decke.

Trübes Wetter: Beeinträchtigung der Tageshelle durch eine Wolkendecke oder durch Nebel.

Sichtiges Wetter: die Luft (in horizontaler Richtung) sehr durchsichtig (Fernsicht).

Dunstiges Wetter: unklare Luft, keine Fernsicht.

Nebliges Wetter: ein höherer Grad des dunstigen Wetters (leichter Nebel).

Beständiges Wetter: gleichmässige Fortdauer einer ziemlich ruhigen, keine rasche Aenderung in sich schliessenden Witterung, jedoch ohne Rücksicht auf die Windstärke.

Unbeständiges Wetter: rasche Wechsel zwischen den entgegengesetzten Witterungscharakteren, insbesondere zwischen Regen-, Schnee- oder Graupelschauern und Sonnenschein, mit oder ohne Windböen (an der Küste hat man dafür stellenweise die Bezeichnung „schaurig" [engl. showery], wenn die Schauer nicht von Windstössen begleitet sind, in welchem letzteren Falle die Bezeichnung „böig" [engl. squally] allgemein gebraucht wird).

Veränderliches Wetter: langsamere Wechsel zwischen entgegengesetzten Witterungscharakteren; insbesondere Wechsel zwischen Niederschlägen resp. Nebel und trockenem, ganz oder theilweise heiterem Wetter.

Trockenes Wetter: Abwesenheit von Niederschlägen und (starkem) Nebel.

Feuchtes Wetter: sehr feuchte Luft, dabei anhaltender Nebel, oder feiner Regen.

Regnerisches Wetter: anhaltende Neigung zu Regen und oft wiederholtes Auftreten desselben.

c) In Beziehung auf die Temperatur:

Normale Temperatur: von dem vieljährigen Durchschnitt der betreffenden Jahres- und Tageszeit nicht mehr als 2° C. abweichende Temperatur.

Kaltes Wetter: Temperatur 5—10° C. unter der normalen.

Kühles Wetter: Temperatur um einige Grade unter der normalen, jedoch nicht unter dem Gefrierpunkte.

Warmes Wetter: Temperatur mindestens 2° C. über der normalen.

Heisses Wetter: Temperatur über 25° C. und beträchtlich über der normalen.

Zur näheren Charakterisirung des Frostwetters dienen die Bezeichnungen:

Leichter Frost: Temperatur vorübergehend zwischen 0° und — 3°.

Schwacher oder gelinder Frost: Temperatur längere Zeit zwischen 0° und — 3°.

Harter oder starker Frost: Temperatur mindestens 5° unter Null und zugleich 5° oder mehr unter der normalen.

Strenger Frost: längere Zeit anhaltender harter Frost.

d) In Beziehung auf den Komplex der Erscheinungen:

Schön: heiteres Wetter oder schwache Bewölkung bei Windstille, leichten oder mässigen Winden.

Ruhig: gleichzeitige Abwesenheit starker Winde (über 5 der Beaufort'schen Skala) und stärkerer Niederschläge.

Unruhig: starke bis stürmische Winde (über 6) und stärkere Niederschläge (Regenschauer, Hagel, Gewitter, ganz besonders aber Böen).

Böig: Wetter mit Böen (siehe oben a—d).

Anmerkung. Diese vier Bezeichnungen nehmen nicht Rücksicht auf die Temperatur, mit der Beschränkung, dass bei schön rauhes Wetter (vergl. unten) ausgeschlossen ist.

Nasskalt: feucht und kalt (siehe diese Ausdrücke).

Schwül: für die Empfindung sehr warme und unbehagliche Atmosphäre (veranlasst durch Verhinderung der Verdunstung und der Wärmeausstrahlung des Körpers, vorzugsweise bei Windstille vorkommend).

Rauh: windig und für die Empfindung sehr kalt, bei trockener Luft.

Mild: Temperatur gemässigt und für die Empfindung angenehm, bei feuchter Atmosphäre.

6) Die Verwerthung des Depeschenmaterials.

Bei den verschiedenen wettertelegraphischen Systemen zeigen die Zwecke und Zielpunkte, welche man sich bei der Pflege der ausübenden Witterungskunde gesetzt hat, je nach den Bedürfnissen der einzelnen Länder mannigfache Unterschiede und daher müssen in den Wegen zur Erreichung dieser Zwecke, also auch in der Verwerthung des wettertelegraphischen Materials manche Verschiedenartigkeiten herrschen. Trotzdem kann man im Grossen und Ganzen eine dreifache Richtung in der Verwerthung des Depeschenmaterials bei allen Systemen deutlich erkennen, welche in den einzelnen Ländern nur den Unterschied zeigen, dass die eine oder andere Richtung mehr in den Vordergrund tritt, oder grössere oder geringere Modificationen erleidet. Diese Richtungen sind: 1) Berichterstattung an das Publikum über thatsächliche Witterungszustände auf grösserem Gebiete, 2) Muthmassungen über das für die nächste Zeit wahrscheinlich zu erwartende Wetter und Mittheilungen darüber an das Publikum und 3) Sammlung von Erfahrungen und Bereicherung unserer Kenntnisse auf dem Gebiete der Wettertelegraphie, also auch Ausbau der ausübenden Witterungskunde, insbesondere der Wetterprognose.

Die Berichterstattung an das Publikum findet entweder täglich, oder nur in ausserordentlichen Fällen statt. Die tägliche Berichterstattung geschieht durch eigene autographirte oder gedruckte von der Centralanstalt herausgegebene Wetterberichte, Bulletins, welche gewöhnlich von kartographischen Darstellungen begleitet sind, durch Berichte oder Wetterkarten in Zeitungen, durch telegraphische Mittheilungen an Institute, Vereine und Private, durch öffentlichen An-

schlag von Witterungsaussichten gewöhnlich in Verbindung mit Witterungsthatbeständen und in Anlehnung an dieselben und durch Hafentelegramme; die ausserordentliche Berichterstattung beschränkt sich fast überall nur auf die Sturmwarnungen hauptsächlich im Interesse der Fischerei und der Küstenschifffahrt; nur in dem Systeme der Vereinigten Staaten sind noch anderweitige ausserordentliche Mittheilungen für verschiedene Zwecke vorgesehen, die kurz anzugeben wir schon im I. Theile (pag. 326 ff.) Gelegenheit hatten.

Autographirte oder gedruckte Wetterberichte mit Wetterkarten werden, soweit mir bekannt ist, herausgegeben: von dem „Observatoire de Paris“ (jetzt „Bureau central météorologique de France“) seit dem 16. September 1863, vom „Office of the Chief Signal Officer“ in Washington seit Anfang 1871, von dem „Meteorological Office“ in London seit dem 1. März 1872, von dem „Meteorologisk Institut“ in Kopenhagen seit Februar 1874 (jetzt durch Hektographie), ungefähr seit derselben Zeit von den meteorologischen Instituten in Christiania und Stockholm (von dem ersteren Institute erscheinen, soweit bekannt, keine eigenen Wetterkarten mehr, von dem letzteren werden einige Exemplare der Arbeitskarte gepaust und an einigen Plätzen Stockholms ausgehängt), von dem „Canadischen meteorologischen Amte“ in Toronto seit 1876, von der deutschen Seewarte in Hamburg seit dem 16. Februar 1876, von der „Meteorologischen Centralanstalt“ in Wien und dem „Observatoire de Bruxelles“ seit 1877. Ausserdem werden noch eigene Wetterberichte mit Wetterkarten ausgegeben in Deutschland ausser von der Seewarte noch von der „kgl. bayer. Centralanstalt“ in München, von dem „kgl. sächs. meteorolog. Institute“ und von der „Meteorolog. Centralstation“ in Stuttgart (letztere hektographirt); ferner von der „Schweiz. meteorolog. Centralanstalt“ in Zürich, von der „Meteorolog. Centralanstalt“ in Budapest, von dem „Observatorio do infante d. Luiz“ in Lissabon, von dem „Ufficio centrale di Meteorologia“ in Rom, von der „Meteorologischen Centralstelle“ in Algier, von dem Observatorium in Adelaide in Australien und dem „Imperial Meteorological Observatory“ in Tokio (Japan).

Diese Publikationen werden täglich nur einmal herausgegeben (soweit bekannt ist); nur in Tokio erfolgt eine täglich dreimalige auf die Simultanzeit 6^h a. m. 2 und 6^h p. m. bezügliche Ausgabe (wobei das Gebiet sich blos auf die japanischen Inseln und die Südküste von Korea beschränkt). Auch in Kopenhagen wird täglich eine (gepauste) Nachmittagskarte an einigen Plätzen der Stadt öffent-

lich angeschlagen*). Von dem meteorologischen Amte in London endlich wird die Abendkarte (auf 6^h p. m. bezüglich) in den „Times" (Morgenblatt) publicirt.

Von weitaus den meisten Instituten werden 2 Wetterkarten gegeben, eine für Luftdruck, Wind und Wetter, eine zweite für Temperatur, Hydrometeore in den letzten 24 Stunden und Seegang, nur in der Schweiz, in Oesterreich, Portugal, Schweden, Dänemark, Nordamerika, Australien und Japan, wird nur eine einzige Karte für Luftdruck etc. veröffentlicht, in welcher die Thermometerstände gewöhnlich den Stationen beigeschrieben sind.

Diese Publikationen sind überaus geeignet, beim Publikum alte unhaltbare Vorstellungen zu verdrängen und durch richtige Ansichten zu ersetzen und bilden eine sehr schätzbare Grundlage für wissenschaftliche Untersuchungen. Es ist nur zu bedauern, dass dieselben meistens nur eine sehr beschränkte Verbreitung finden, ein Umstand, welcher wenigstens zum grossen Theile durch den wegen der beträchtlichen Herstellungskosten erhöhten Preis bedingt ist**). Gegenwärtig, wo das Interesse der ausübenden Witterungskunde immer mehr beim Publikum Verbreitung findet, erscheint es nothwendig, die Witterungsberichte dem Publikum leicht zugänglich zu machen, und hierzu eignet sich am besten die Tagespresse. In der That muss man anerkennen, dass für Popularisirung der Witterungskunde die Presse am allermeisten gewirkt hat. Allerdings können die in den Zeitungen veröffentlichten Wetterberichte nicht so eingehend und zuverlässig sein, wie die von den Centralinstituten herausgegebenen Bulletins, da einerseits jenen nur ein verhältnissmässig kleiner Raum zugemessen ist, und andererseits die Ueberwachung des Druckes nicht vom Institute besorgt werden kann, so dass häufige Druckfehler nicht vermieden werden können, die nicht selten zu Missverständnissen Veranlassung geben.

Die Veröffentlichung in den Zeitungen geschieht entweder durch Tabellen, welche gewöhnlich mit einer allgemeinen Witterungsübersicht in Worten verbunden sind, oder durch Wetterkarten. Die

---

*) In Washington wurden bis zur neuesten Zeit täglich 3 Wetterkarten, auf die Simultanzeit 7^h a. m. 3 und 11^h p. m. 75. Merid. Zeit sich beziehend, veröffentlicht, in der letzteren Zeit erscheint nur noch eine einzige für 7^h a. m.

**) Der jährliche Abonnementspreis beträgt für die Wetterberichte der Centralinstitute in: Hamburg 60 M., München 18 M., Chemnitz 8 M., London 20 M., Paris 45 M., Brüssel 19½ M., Zürich 15 M. (halbjährlich 10 M.), Italien 20 M. (fürs Ausland 37½ M.).

Beförderung dieser Wetterberichte an die Zeitungen geschieht in Deutschland fast ausschliesslich durch den Telegraphen. Ursprünglich bestand der Wetterbericht in Deutschland aus einer Tabelle ohne Text, enthaltend die Witterungsangaben von fast sämmtlichen in Berlin einlaufenden Stationen und dieser wurde den Zeitungen gegen ein Abonnement von monatlich 9 M. und einigen Behörden Preussens, Badens und Württembergs unentgeltlich zugestellt [30]). Dieser Bericht wurde 1876 durch die Seewarte, den bestehenden Bedürfnissen entsprechend, reformirt und mit einer allgemeinen Uebersicht der Witterung versehen; eine weitere Revision des Berichtes erfolgte im Jahre 1880 (2.—4. April, bei Gelegenheit einer Conferenz der Vorstände der meteorologischen Centralstellen Deutschlands). Seit 1877 wurde der Abonnementspreis auf 60 M. erhöht, mit der Erleichterung, dass, beim Zusammentritt mehrerer Abonnenten zum gemeinsamen Bezuge, jede Abschrift auf 20 M. ermässigt wurde. Trotz der bedeutenden Preiserhöhung fand dieser Bericht rasch eine sehr grosse Verbreitung: im Jahre 1880 wurde derselbe, so weit bekannt, publicirt: in Preussen von 32, in Sachsen von 6, in Bayern und Württemberg von je 5, in Mecklenburg von 4, in Hamburg-Altona von 5 Zeitungen, in Lübeck und Bremen von je einer Zeitung.

Die Thätigkeit der Seewarte bei diesem Berichte beschränkt sich nur auf die Herstellung desselben und die Beförderung zum Haupttelegraphenamte in Hamburg, dagegen ist die Verbreitung desselben und der Verkehr mit den Abonnenten ausschliesslich Sache der Oberpost- und Telegraphenverwaltungen, denen auch die Abonnementsgebühren allein zufallen. Nach und nach hat sich der wettertelegraphische Verkehr so geregelt, dass der Abonnements-Zeitungsbericht zwischen 12 und 12½ Uhr dem Haupttelegraphenamte übergeben wird, worauf derselbe sofort durch Verbindung der betreffenden Telegraphenleitungen gleichzeitig an alle betreffenden Zeitungen zur Beförderung kommt.

Indessen erhalten einige Zeitungen gegen volle Gebührenzahlung tägliche frühzeitigere Wetterdepeschen, enthaltend die Beobachtungen einiger Stationen des In- und Auslandes mit oder ohne Text. Andere an Küstenorten erscheinenden Zeitungen drucken die an die Häfen täglich zur Versendung kommenden telegraphischen Mittheilungen der Seewarte ab, von welchen noch unten die Rede sein wird.

Obgleich die Wetterberichte durch die Tagespresse eine ausser-

ordentlich grosse Verbreitung erlangt haben, und so den weitesten Kreisen des Publikums in ergiebigster Weise zugänglich gemacht sind, so scheint der Hauptzweck, welcher mit diesen Publikationen verbunden ist, nämlich eine richtige Auffassung der grossen Witterungsvorgänge und ihrer Aenderung und, so weit es möglich ist, auch den causalen Zusammenhang dieser Erscheinungen zu geben, doch nicht vollkommen erreicht. Denn die allermeisten Leser finden sich sehr schwer in die Bedeutung der in Tabellenform gebrachten Zahlen der Wettertelegramme und die Witterungs-Uebersichten sind auch nicht im Stande, alles Berücksichtigenswerthe und das, was speciell jeden einzelnen Leser interessirt, genügend hervorzuheben. Gerade die wenigen allgemeinen Grundsätze, welche wir durch mehrjährige Erfahrung gesammelt haben, die aber eine so ausserordentliche Tragweite haben, dass sie eine vollständige Umgestaltung der meteorologischen Wissenschaft bedingten, sind aus den Tabellen wohl schwer zu ersehen. Ich meine hier das barische Windgesetz (Buys Ballot'sche Gesetz) und seine weitere Anwendung auf die Druckvertheilung um die barometrischen Minima und Maxima, das Verhalten und die Fortpflanzung dieser beiden Phänomene, die auf den allgemeinen Witterungscharakter einen bestimmenden Einfluss ausüben, alles dieses bietet für den Leser nicht allein hohes Interesse, sondern ist auch von äusserst praktischer Bedeutung. Dieses Verständniss wird in hohem Maasse angebahnt durch die Wetterkarten, welche sofort ein anschauliches Bild geben über die Vertheilung des Luftdrucks, der Temperatur, Luftströmungen und der Hydrometeore auf grösserem Gebiete, oder über die allgemeine Wetterlage und ihre Aenderung und hierin liegt der Schlüssel zur Erklärung der jeweiligen Witterungsvorgänge. Jenes oben genannte barische Windgesetz tritt auf allen Karten entschieden in den Vordergrund, die gegenseitige Beeinflussung der einzelnen Witterungselemente ist deutlich veranschaulicht und über die Fortbewegung der Depressionen kann man sich, wie ich noch unten des Näheren zeigen werde, ein gegründetes Urtheil verschaffen. Schon oben wurde bemerkt, dass die Verbreitung der vollständigeren von den einzelnen Instituten herausgegebenen Wetterkarten sich naturgemäss auf ein verhältnissmässig kleines Publikum beschränkt, und daher hat man Versuche angestellt, den Wetterkarten in den Zeitungen eine allgemeinere Verbreitung zu verschaffen. Hierbei zeigten sich bedeutende typographische Schwierigkeiten, welche einerseits durch die Grösse der Auflage, andererseits durch das Bedürfniss

einer raschen Herstellungsmethode bedingt waren. Diese Schwierigkeiten wurden zuerst vom meteorologischen Amte in London erfolgreich überwunden. Im Jahr 1871 begann die „Shipping Gazette“ eine tägliche Karte zu bringen, welche für die Stationen des Londoner Amtes die Windrichtungen um 8^h a. m. veranschaulichte. Auf der hierzu dienenden Druckplatte waren bei feststehenden Küstenumrissen an Stelle der Stationen Löcher zur Aufnahme der Windpfeile angebracht.

Seit Mai 1877 wurden diese Wetterkarten in der „Shipping Gazette“ bedeutend vervollkommnet, indem sowohl der Inhalt vermehrt, als auch das Gebiet erweitert wurde.

Auf Anregung Galton's construirten Shanks und Johnson von der patentirten Typengiesserei-Gesellschaft („Patent Type Founding Company“) einen Gravirpantographen zum Copiren der Wetterkarten und erfanden weiter eine Composition, welche unmittelbar nach Eingravirung der Zeichnung als Form für den Metallguss verwendet werden konnte. Dieses Verfahren vervollkommnete sich nach zahlreichen und mühsamen Versuchen nach und nach in einer Weise, dass in weniger als 1 Stunde nach Eintragen der Originalkarte ein zum Abdruck für eine Zeitung geeigneter Metallguss hergestellt werden konnte[31]).

Diese Witterungskärtchen erscheinen seit dem 1. April 1875 in den „Times“ und hierdurch war der Veröffentlichung der täglichen Zeitungswetterkarten in allen Ländern der Weg gebahnt. In der Nachmittagsausgabe bringen die „Times“ täglich die Beobachtungsdaten des Londoner meteorologischen Amtes für 8^h a. m. und in ihrer Morgenausgabe eine auf den vorhergehenden Abend 6^h p. m. sich beziehende Karte mit Diagramm und ausführlichem Text. Diese letztere Publikation beruht (1876) auf speciellen Witterungsdepeschen (von 17 Stationen), welche auf Kosten dieses Blattes erhalten und verarbeitet werden*). Die Redaction der „Times“ hat nicht gezögert, einen Betrag von nicht weniger als 10,000 M. jährlich für die Auslagen für den Druck, die Beobachtungen, die Beförderung der Telegramme und die speciellen zu diesem Zwecke im meteorologischen Amte erforderlichen Arbeiten auszugeben. Dieser Dienst findet auch an Sonntagen statt und mag dazu beigetragen haben,

*) Gegenwärtig laufen alle Abende von 19 Stationen, von 15 inländischen und 4 ausländischen, telegraphische Nachrichten ein, die letzteren treffen allerdings nicht selten, namentlich bei unruhiger Witterung, sehr spät ein.

dass die früher durch den Mangel des Sonntagsdienstes auf den britischen Inseln empfindliche Lücke jetzt insoferne gehoben ist, dass am Sonntage nur die auf 2^h p. m. bezüglichen Beobachtungen ausfallen.

Ausserdem werden noch verschiedene englische Zeitungen mit Diagrammen über den Gang des Luftdruckes, der Temperatur, des Windes und des Wetters als Ergänzungen zu den Wetterkarten versehen, so täglich der „Daily Chronicle", wöchentlich der „Observer", „Graphic", „Lloyd's Weckly London Newpaper" und die „Agricultural Gazette".

Dem Beispiele der „Times" folgte die französische Presse, indem die „Opinion nationale", welches Blatt schon vorher (seit 1873) durch die Publikation einer Reihe meteorologischer Bulletins vor der Reorganisation des meteorologischen Dienstes in Frankreich die Aufmerksamkeit auf sich gezogen hatte, seit dem December 1875 jeden Abend Witterungskarten für den vorhergehenden Morgen publicirte.

Da diese Zeitung in Vergleich mit den „Times" in einer geringeren Auflage erscheint, konnte die Zinkographie (la gravure chimique au relief) in Anwendung gebracht werden. Gegen $2^1/_2{}^h$ p. m. erhielt die chemische Gravirwerkstätte das Originalblatt des Textes und der Karte des Bulletins International, geschrieben auf besonderer Papiersorte und wurde unmittelbar auf den Stein übertragen, der zum Abdrucke des Bulletins diente, welches die Correspondenten der Sternwarte und die Abonnenten erhielten. Nach Uebertragung auf den Stein um ungefähr 3^h p. m. wurde nach Abdruck auf chinesischem Papier die Karte auf eine Zinkplatte übertragen, diese mit Salpetersäure behandelt und nach einer etwa 3stündigen Vorbereitung auf einen Holzblock befestigt, so dass jetzt das fertige Cliché ($6^1/_2{}^h$ p. m.) der Redaction der L'Opinion zugeschickt werden konnte, wo die Karte gleichzeitig mit dem Bulletin International zur Ausgabe kam.

Später wurden auch durch den „Temps" tägliche Wetterkarten veröffentlicht und zwar am Morgen des jeweilig folgenden Tages.

Die in Wien 1876 in der „Presse" und in anderen Blättern angestellten Versuche, tägliche Wetterkarten zu publiciren, haben zu keiner dauernden Einrichtung geführt.

So weit wir wissen, erfolgten im Jahre 1877 in Kopenhagen, Christiania und Stockholm Veröffentlichungen dieser Art. Indessen geschieht die Herstellung der Karten nicht auf chemischem Wege, sondern, wie in England, durch Typen, und zwar nach einem Ver-

fahren, welches eine Erfindung des Lieutenants Rung in Kopenhagen ist, und von welchem Verfahren unten noch weiter die Rede sein wird. Diese Karten erscheinen, zum Theil mit geringen Modificationen in der Herstellung, in Kopenhagen in der „National Tidende", in Christiania in dem „Morgenblad", in Bergen in der „Bergenspost", in Stockholm in dem „Aftonbladet" und seit neuester Zeit in der „Nya Dagligs allehanda" *).

Seit mehreren Jahren erschienen in dem „Sidney Morning Herald" kartographische Wetterberichte derart, dass die Beobachtungsdaten der einzelnen Stationen theils in Zeichen, theils in Zahlen an den betreffenden Stellen einer geographischen Karte gegeben wurden, ohne Isobaren und Isothermen, wodurch also einigermaassen die Uebersicht des Beobachtungsmaterials erleichtert wird**). Eine brauchbarere Witterungskarte, welche sich auf Australien, Tasmanien, Neu-Seeland, Neu-Caledonien und die Fitschi-Inseln bezieht, wird täglich im Melbourner „Argus" veröffentlicht.

In Nordamerika erscheint seit dem 1. Mai 1879 eine Morgenkarte in dem „Daily Graphic" in NewYork, welche dort auf Grund der telegraphischen Wetterberichte hergestellt wird. Vor einigen Jahren hat man Versuche gemacht, die Wetterkarten durch mehrere Zeitungen zu verbreiten, indessen sind mir die Erfolge dieser Versuche bis jetzt nicht bekannt geworden.

In Deutschland war man zu der Zeit, als die Seewarte den telegraphischen Wetterdienst übernahm, darauf bedacht, eine Methode zur raschen Reproduction der Wetterkarten in der Tagespresse zu ermitteln und obgleich auf Veranlassung sowohl der Seewarte, als auch der Admiralität viele Versuche nach dieser Richtung hin gemacht wurden, so hatten diese nur insoferne Erfolg, dass die durch mehrere grössere Druckereien ermittelten Verfahrungsweisen bei Herstellung der Karten hauptsächlich auf der Methode des Aetzens und Herstellung der Clichés auf chemischem Wege beruhten, zu welchem in jeder Druckerei eigene Einrichtungen und zur Herstellung gut geschulte Kräfte vorhanden sein mussten, abgesehen da-

*) Nach einer privaten Mittheilung des Direktors des meteorologischen Centralinstitutes in Helsingfors Nordenskiöld werden gegenwärtig in Finnland Vorbereitungen getroffen, Wetterkarten in den Zeitungen „Allmänna Tidning" und „Snomalainen Wirahlinen Lehti" zu publiciren. Von der ersteren Zeitung ist mir eben ein Exemplar mit einer nach dem Rung'schen Verfahren hergestellten Wetterkarte (vom 5. Januar 1886) zugestellt worden.

**) Ob diese Karten in letzterer Zeit verbessert sind, ist mir nicht bekannt.

von, dass für diese Operation eine verhältnissmässig lange Zeit in Anspruch genommen wurde. Seit dem 4. Juli 1877 brachte die „Hamburger Reform" und seit dem 1. Januar 1878 auch die „Hamburger Börsenhalle" und der „Hamburger Correspondent" täglich eine zinkographirte Wetterkarte von Europa, welche an der Seewarte eigens entworfen und für die erstgenannte Zeitung auch autographirt wurde. Die Karte der „Börsenhalle" erschien am Abend (7^h p. m.) desselben Tages, für dessen Morgen die Karte gilt, die Karten der übrigen Zeitungen am Morgen des folgenden Tages.

Nachdem sich die Zeichnung der Wetterkarten auf Grund des Isobarentelegrammes [32]) und des Zeitungsabonnementstelegrammes auch für Orte ausserhalb Hamburgs als praktisch ausführbar erwiesen hatte, war man eifrigst bemüht, auch die auswärtigen Zeitungen zur Reproduction der Wetterkarten zu veranlassen, allein alle diese Bemühungen scheiterten theils daran, dass die Schwierigkeiten, welche sich der leichten Ausführbarkeit und der raschen Herstellung der Karten entgegenstellten, nicht überwunden werden konnten, theilweise aber auch daran, dass bei einigen Zeitungsredacteuren das Interesse für den Gegenstand fehlte.

Die in Kopenhagen, Christiania und Stockholm um das Jahr 1877 durch die Zeitungen veröffentlichten Wetterkarten wurden bewerkstelligt nach einer Methode, welche allen Ansprüchen genügte, indem das einfache Verfahren keinerlei technische Vorkenntnisse voraussetzt und durch dasselbe die Wetterkarten, nachdem sie entweder in Hamburg oder nach telegraphisch übermitteltem Material an irgend einem auswärtigen Orte construirt sind, in etwa 45 Minuten zum Drucke fertig gestellt werden können.

Die Herstellung der Wetterkarten nach dieser (Rung'schen) Methode, geschieht nicht auf chemigraphischem Wege, sondern durch Typen, die bei feststehenden Länderumrissen in eine weiche Masse eingesetzt werden, welche nachher durch Erwärmung hart gemacht wird. Dieses Verfahren, welches von den einzelnen Zeitungen etwas abgeändert resp. verbessert wurde, hat ausser der Einfachheit und der kurzen Dauer der Herstellung und der Verwendbarkeit für jede Druckerpresse und jedes Zeitungsblatt noch den Vortheil, dass durch den Gebrauch der Typen Gleichartigkeit des Druckes und Unabhängigkeit von der Handschrift des Zeichners erzielt wird.

Im Herbste des Jahres 1880 wurde das Rung'sche Verfahren von der Direction der Seewarte im Auftrage der Kaiserl. Admiralität

und des Königl. Preuss. landwirthschaftlichen Ministeriums um den Preis von 4000 Mark käuflich erworben und den deutschen Zeitungen innerhalb des Reichsgebietes im Interesse der Verbreitung des Verständnisses des Wesens und der Ziele der ausübenden Witterungskunde, unentgeldlich zur Verfügung gestellt. Die Anschaffungskosten belaufen sich auf 160 M., die Ausgaben für wettertelegraphisches Material (Abonnements- und Isobarentelegramm) auf monatlich ca. 110 M., oder auf ca. 70 M. wenn die oben (pag. 77) angegebene Ermässigung bezüglich des Abonnementstelegramms eintritt.

Das Rung'sche Verfahren wird gegenwärtig mit Modificationen in Deutschland angewendet von der „Hamburger Börsenhalle", vom „Hamburger Correspondenten" und von der Augsburger „Allgemeinen Zeitung" *).

In neuester Zeit (1885) scheint ein Verfahren wieder aufgenommen zu sein, welches im Jahre 1876 und 1877 in Hamburg versucht wurde, nämlich die Prägung von Wetterkarten in Schriftmetall und Druck derselben weiss auf schwarzem Grunde, ein Versuch, der damals an der Qualität der Druckerschwärze und dem eiligen Drucke scheiterte. Gegenwärtig werden solche Wetterkarten publicirt durch das „Berliner Fremdenblatt" und die „Kreuzzeitung" („Neue Preussische Zeitung").

Ausserdem bringen noch Wetterkarten nach dem zinkographischen Verfahren das „Berliner Tagblatt" und die „Magdeburger Zeitung" (letztere nach einem in England patentirten Verfahren).

Eine weitere wirksame Verbreitung finden die täglichen Wetterberichte, sowohl in Europa, als auch in Nordamerika durch öffentlichen Anschlag, sei es, dass dieser direkt durch die Telegraphenverwaltungen oder andere Behörden, oder durch Vermittlung der Centralstellen auf Grundlage wettertelegraphischen Materials erfolgt. Diese Art der telegraphischen Verbreitung von Witterungsthatbeständen ist die älteste und beschränkte sich ursprünglich, sowie noch jetzt in Europa fast nur auf die Hafenplätze; dagegen in Nordamerika ist Vorsorge getroffen, dass die Wetterberichte allseitig über das ganze Land verbreitet werden, und zwar hauptsächlich durch das oben mehrfach erwähnte Circuit-System, dann aber auch durch anderweitige Wetterdepeschen und die Post.

Auf den britischen Inseln geschieht die Verbreitung der Wetter-

---

*) Die Wetterkarte für die „Allgemeine Zeitung" wird an der Centralanstalt in München entworfen und durch die Post dieser Zeitung zugestellt.

berichte in so ausgiebiger Weise durch die Zeitungen, dass hier eine weitere Beihilfe der Regierung nicht unentbehrlich erscheint, wesshalb die Verbreitung der Wetterberichte durch Anschlag, so weit mir bekannt ist, sich nur auf die Sturmwarnungen beschränkt; auch scheint die Bereitwilligkeit des meteorologischen Amtes, jeden beliebigen Hafen zu stark reducirter Taxe mit Witterungsnachrichten zu versehen, nicht benutzt zu werden.

In Dänemark und Schweden werden die Wetterberichte an mehreren Orten der Hauptstadt angeschlagen und ausserdem an den Telegraphenstationen durch Anschlag verbreitet, in Norwegen erhalten alle Hafenorte, welche telegraphische Verbindung haben, tägliche Wetterberichte zum öffentlichen Anschlage.

In Deutschland finden die Wetterberichte, wie auf den britischen Inseln, durch die Tagespresse eine ausserordentlich grosse Verbreitung, so dass keine grössere Zeitung eines Wettertelegrammes entbehrt und auch hier ist der öffentliche Anschlag, ausser an Küstenpunkten, so wünschenswerth er auch erscheint, nur auf vereinzelte Fälle beschränkt.

Von hervorragender Wichtigkeit sind die Wetterberichte, welche täglich den Küstenorten im Interesse der Seefahrer und der Fischerei treibenden Bevölkerung übermittelt werden, oder die Hafentelegramme, welche gegenwärtig fast allgemeine Verbreitung gefunden haben. Diese Telegramme begannen in Frankreich am 1. April 1860 und zwar enthielten dieselben (2mal täglich) zunächst nur Nachrichten von französischen Stationen. Im Jahre 1866 wurden dieselben an 73 Stationen täglich um Mittag befördert, welche nach 5 Küstenzonen gegliedert waren, und zwar enthielten diese Depeschen eine allgemeine Witterungsübersicht in Worten, insoferne die französischen Küsten dabei interessirt waren. Bei schlechtem Wetter wurden hiervon die bedrohten Häfen benachrichtigt, und auf die eigentliche Sturmwarnung vorbereitet. Bei zweifelhafter Lage wurden noch ergänzende Depeschen abgesandt, nachdem die Abendbeobachtungen eingelaufen waren [33]).

In den Niederlanden begannen die regelmässigen Mittheilungen an die Seehäfen fast gleichzeitig mit denen in Frankreich. Im Jahre 1878 gingen vom Meteorologischen Institute in Utrecht täglich 12 Häfen telegraphische Berichte zu. Alle diese Hafenplätze bekamen vom meteorologischen Institut in Utrecht nicht weniger als 4mal täglich Telegramme, und zwar enthielt das erste in 33 Worten die Daten von 5 niederländischen Stationen, das zweite

in 55 Worten jene von 6 englischen und 3 deutschen und das dritte in 20 Worten jene von 3 französischen Stationen, sämmtlich vom Morgen; das vierte am Abend versandte Telegramm (3 Worte) enthielt nur den grössten barometrischen Unterschied zwischen den niederländischen Stationen für 6^h p. m. nach der von Buys Ballot auch in seinen Publicationen benutzten Art ausgedrückt, z. B. G. 1,8 M. (d. h. grösster Unterschied zwischen Groningen und Maastricht $1,8^{mm}$). In gleicher Weise war am Schlusse des ersten Telegramms an die Häfen der grösste Unterschied für 8^h a. m. angegeben. Im Gegensatze zu den französischen, nur aus einem Texte bestehenden Hafentelegrammen, enthielten die niederländischen ausschliesslich Zahlenangaben und Windrichtungen ohne Text, und zwar gaben die ersten 3 Telegramme von jeder Station die Abweichungen des Barometers von seinem mittleren Stande, Richtung und Stärke des Windes, Bewölkung und zum Theil auch Seegang an, z. B. „G p 17 ZZ0 1 betr“ bedeutet Groningen, Barometer $+ 1,7^{mm}$ (Abweichung), Wind SSE_1, bedeckt. Dieses ist die ältere und jetzt verlassene Form der Wettertelegramme; durch die Einführung des Gruppensystems konnte die Wortzahl der Telegramme auf fast $^1/_3$ eingeschränkt werden; aber auch wenn dieses in Rechnung gebracht wird, bleibt es ersichtlich, dass das System der Hafentelegramme in den Niederlanden am stärksten entwickelt war und noch ist, besonders wenn man die möglichste Beschleunigung der Nachrichten bezweckende getrennte Uebermittelung der zu verschiedenen Zeiten am Institut einlaufenden Telegramme an die Häfen berücksichtigt.

Dieses System ist mit Anfang der 80er Jahre verlassen worden. Gegenwärtig haben alle Telegramme die internationale Form und werden durch eine Filialabtheilung des meteorologischen Institutes in Amsterdam in Empfang genommen, bearbeitet und zur Versendung gebracht. Die Morgentelegramme erhalten: Arnhem, Brouwershaven, Delfzyl, s'Gravenhage, Groningen, Harlingen, Hellevoetsluis, Ymuiden, Kampen, Lemmer, Middelburg, Nieuwediep, Rotterdam, Vlissingen, Wageningen, Zierikzee und Zwolle; die Nachmittagstelegramme (72 Zifferngruppen zu je 3) dieselben Plätze ausser Middelburg und Wageningen; die Abendtelegramme: Delfzyl, s'Gravenhage, Hellevoetsluis, Ymuiden, Nieuwediep, Rotterdam, Vlissingen und Zwolle. Dabei bilden Amsterdam, Rotterdam und Groningen die Vertheilungscentren für die oben genannten Orte. Diese Depeschen werden als Diensttelegramme behandelt,

die vor anderen Diensttelegrammen den Vorzug in der Beförderung haben.

In Frankreich erhalten jetzt 85 Häfen, geschieden nach 5 Küstendistricten, täglich um Mittag telegraphische Nachricht über die wahrscheinlich zu erwartenden Windverhältnisse, nebst kurzen Angaben über Vertheilung und Aenderung des Luftdruckes, z. B. 7. August 1885:

„France — Service maritime.

Faible depression Mer du Nord, baisse 5^{mm} Yarmouth, 2 Dunkerque, hausse 2^{mm} Brest, 4 Biarritz

Probable { Manche: vent des rég. O (Ouest) mod. à assez fort.
Brétagne: id. id.
Océan: vent des rég. O faible à modéré.

Méditerranée. — Faible dépression, golfe de Génua, baisse 1^{mm} Nice, Livorne, hausse 3 Perpignan, 2 Alger.

Probable { Provençe: vent d'entre O et N faible à modéré.
Algerie: vent variable."

Diese Telegramme werden gewöhnlich in den Hafenbureaus angeschlagen, wo die Interessenten, Seeleute, Fischer etc. sich am meisten einfinden.

In Norwegen erhalten alle Hafenorte, welche Telegraphenexpeditionen haben, etwa um 10^h a. m. die Morgenbeobachtungen der norwegischen Stationen Bodö, Christiansund, Florö, Skudesnaes, Oxö, Sandzsund und Dovöe, und zwar, wie es scheint, direkt von den beobachtenden Telegraphenstationen (ausser Christiania).

In England scheint sich die Berichterstattung an die Häfen, abgesehen von Sturmwarnungen, hauptsächlich nur auf den Anschlag des lithographischen Berichtes (Wetterkarte) und auf die telegraphischen Berichte in den Zeitungen zu beschränken. Auch in Russland scheinen regelmässige tägliche Telegramme an Hafenorten nicht durchgeführt zu sein.

An der meteorologischen Centralanstalt in Rom wird auf Grund des wettertelegraphischen Materials eine Uebersicht des atmosphärischen Zustandes angefertigt (telegramma meteorico) und dieses in Verbindung mit einer Prognose gewöhnlich etwas nach 2^h p. m. an 37 Stationen (Observatorien und Hafenmeister mit einbegriffen), und an 34 Semaphoren abgesendet.

Schon im ersten Theile dieses Handbuches wurde erwähnt, dass in Preussen von dem Berliner Telegraphenamte in den Jahren

1865—1875 tägliche telegraphische Wetterberichte an die preussischen Häfen befördert wurden, welche einen Auszug aus den grösseren für Abonnenten beziehungsweise Zeitungen bestimmten Berichten enthielten und welche aus einer Tabelle ohne Text bestanden. Diese Telegramme, welche Luftdruck (für Inland auf 0°, für Ausland aufs Meeresniveau reducirt), Temperatur, Wind und Wetter für 14 Stationen enthielten, gingen an die Häfen: Memel, Pillau, Neufahrwasser, Stolpmünde, Rügenwaldermünde, Kolbergermünde und Swinemünde, während an der Nordsee in Cuxhafen, Bremerhafen, Geestemünde und Tönning tägliche Wettertelegramme von Helder, Borkum und Helgoland einliefen. Bei allen diesen Telegrammen fehlten die so überaus wichtigen Nachrichten von den britischen Inseln ganz und gar.

Als die deutsche Seewarte im Jahre 1875 den wettertelegraphischen Dienst zunächst im Interesse der Deutschen Küstenbevölkerung übernahm, wurde das System der täglichen Hafentelegramme festgehalten und allgemein auf die ganze Deutsche Küste ausgedehnt, jedoch erhielt dasselbe, den bestehenden Bedürfnissen und dem Stande der Wettertelegraphie entsprechend, bedeutende Aenderungen und Erweiterungen. Gegenwärtig übermittelt die Seewarte an 29 Häfen der Deutschen Küste (ausser Hamburg-Altona) täglich Hafentelegramme, welche aus einem chiffrirten Theile (Tabelle) und einem Texte (Witterungsübersicht) bestehen, welch' letztere in besonderen Fällen Andeutungen, insbesondere über die zu erwartenden Windverhältnisse enthält. Diese Telegramme erhalten a) an der Ostsee: Memel, Pillau, Neufahrwasser, Stolpmünde, Rügenwaldermünde, Colbergermünde, Swinemünde, Stettin, Wolgast, Stralsund, Warnemünde, Wustrow, Lübeck, Travemünde, Kiel, Flensburg und Aarösund; b) an der Nordsee: Tönning, Glückstadt, Brunshausen, Cuxhaven, Wilhelmshaven, Geestemünde, Bremerhaven, Elsfleth, Brake, Leer, Emden (Keitum auf Sylt im Sommer), Hamburg (2) und Altona (2).

Der chiffrirte Theil der Depesche nach dem Schema BBBWW SHTTG wobei TT die Temperatur in ganzen Graden bedeutet) enthält für die Nordseehäfen die Morgenbeobachtungen der Stationen: Queenstown, Aberdeen, Yarmouth, Brest, Hurst-Light, Helder, Borkum, Hamburg, Sylt, Skagen, Skudesnaes und für die Ostseehäfen diejenigen von Memel, Neufahrwasser, Swinemünde, Kiel, Skagen, Kopenhagen, Bornholm, Stockholm und Riga und zwar in unveränderter Reihenfolge und ohne Stationsnamen. Dieser Theil der Depesche wird von den Empfängern, die fast sämmtlich

Signalisten oder Agenten der Seewarte sind, entziffert, und in eine Tabelle eingetragen. Der für Nordsee und Ostsee gewöhnlich gleichlautende Text giebt in allgemeinen Zügen die Vertheilung und Aenderung des Luftdruckes, die Luftströmungen am Kanal, sowie in der Nord- und Ostsee. Diese Telegramme werden an geeigneten Orten in eigens dazu construirten Wetterkästen, in welchem sich noch die autographirten Wetterkarten nebst Stationsschlüssel und Erklärungen, sowie ein Aneroid befinden, dem Publikum zugänglich gemacht.

Als Beispiel geben wir das Telegramm für die Nordseehäfen vom 16. September 1885 in dechiffrirter und chiffrirter Form wieder:

Wetterbericht für die Nordseehäfen

von Mittwoch dem 16. September 1885, 8 Uhr Morgens.

Stationen.	Barometer mm auf 0° und Meeresspiegel reducirt.	Wind		Wetter.	Temperatur Cels.	Seegang. 0 = schlicht 9 = äusserst hoch.	Bemerkungen.
		Richtung rechtweisend.	Stärke 1—12.				
Queenstown . . .	760,7	W	2	heiter	12	—	
Aberdeen	752,6	SW	3	heiter	12	—	
Great Yarmouth . .	fehlt						
St. Matthieu bei Brest	764,4	SW	2	Gewitter	15	4	
Hurst-Light (Needles)	764,3	WSW	4	wolkig	16	—	
Helder	761,9	SSW	2	wolkig	17	3	
Borkum	762,6	SW	5	bedeckt	17	4	
Hamburg	763,2	WSW	5	wolkenlos	18	—	
Sylt (Keitum) . . .	759,5	WSW	4	Dunst	16	—	
Skagen	753,8	WSW	5	wolkig	15	3	
Skudesnaes	752,4	W	6	wolkig	12	4	

Uebersicht der Witterung:

Maximum 770mm Alpen, Depression 741mm Norwegen, Barometer Westeuropa gestiegen. Ostseebecken südlich, mässig bis stark, sonst südwestlich, meist frisch, Christiansund stürmisch.

NB. Die Ostseehäfen erhalten gewöhnlich denselben Text mit den Angaben von den oben genannten Stationen.

60724	2112.	52620	3112.
fehlt		64420	29154
64322	4316.	61918	23173
62620	54174	63222	5018.
59522	4716.	53822	53153
52424	63124	(Text)	

Die oben erwähnten Wetterberichte von Helder, Borkum und Helgoland, welche vor Errichtung der Seewarte an einige Häfen der Nordsee gingen, wurden erst später eingestellt und als Ersatz dafür ein Abonnementstelegramm (zum Preise von 10 M. monatlich) eingerichtet (October 1885), welches die Beobachtungsdaten von Queenstown, Aberdeen, Hurst-Light, Yarmouth, Borkum, Hamburg, Skagen, Swinemünde, Memel und Stockholm enthält und zwar in chiffrirter Form ohne Text.

Bei dem Ursprunge und der ersten Einführung der Wettertelegraphie trat hauptsächlich der Gedanke in den Vordergrund, dass man durch dieselbe in Stand gesetzt sei, die vom Sturme bedrohten Küstenstrecken vor der hereinbrechenden Gefahr zu warnen. Bekanntlich gab der denkwürdige Sturm vom 14. November 1854, welcher die alliirten Flotten auf dem schwarzen Meere arg bedrängte, den Verlust des französischen Linienschiffes „Henri IV." herbeiführte und das Lager von Balaklawa zerstörte, Veranlassung zu einer eingehenden Untersuchung dieses Phänomens durch Leverrier, und diese Untersuchung hatte die Einführung der Wettertelegraphie, insbesondere im Interesse des seefahrenden Publikums in Frankreich zur Folge, welchem Beispiele bald darauf die übrigen Seefahrt treibenden Nationen folgten. Indessen waren die damaligen Grundlagen der Wettertelegraphie trotz der sanguinischen Erwartungen, denen man sich allgemein hingab, keineswegs der strengen Wissenschaftlichkeit entsprechend, indem die Regeln, welche damals für die Entwickelung und Fortpflanzung der Stürme als maassgebend angenommen wurden, nur eine sehr beschränkte Gültigkeit hatten. Man ging von der, hauptsächlich von Dove vertheidigten Ansicht aus, dass die Stürme in der Richtung ihres Wehens sich fortpflanzten und dass das Nebeneinanderwehen eines Aequatorial- und Polarstromes das Hereinbrechen des letzteren in den ersteren befürchten liesse, und so glaubte man zuerst, dass es leicht wäre, einem Sturm, der an irgend einem Punkte Europas auftrete, durch den elektrischen Strom voranzueilen und die bedrohten Küstenstrecken rechtzeitig warnen zu können. Bei weiterer Entwickelung

der Wettertelegraphie kam man zu der Einsicht, dass bei den Stürmen die Luftmassen einen Ort niedrigen Luftdruckes spiralförmig umkreisen und diese Luftwirbel in der Regel von West nach Ost fortschreiten. Diese Erkenntniss bildete zwar für die Sturmwarnungen sehr wichtige Anhaltspunkte, aber bei fortschreitender Erfahrung machten sich auch die vielen Unsicherheiten in der Anwendung dieser Grundlage bemerkbar und die Mannigfaltigkeit der Sturmphänomene und die sehr verwickelten Umgestaltungen derselben, stellte die praktische Verwerthbarkeit dieser Grundregel fast ganz in Frage. Später — in England geschah dieses nach Fitzroy's Tode bei Wiederaufnahme der Sturmwarnungen — verliess man nach und nach den Optimismus, welcher früher allgemein Platz gegriffen hatte, und wandte sich der Ansicht zu, dass unsere Hilfsmittel bei dem Sturmwarnungsdienste zwar unzulänglich sind, dass aber trotzdem die Sturmwarnungen einen so eminent praktischen Werth haben, dass die einzelnen Institute es gewissermassen als ihre Pflicht ansehen müssen, Alles für das Sturmwarnungswesen zu thun, was nur irgendwie in ihren Kräften steht. Daher sind auch bei fast allen civilisirten Nationen, welche Seefahrt treiben, Sturmwarnungen eingeführt, Einrichtungen, welche nach und nach bei der Küstenbevölkerung hohe Achtung sich erworben haben und unentbehrlich geworden sind.

Welches im Jahre 1873 die Ansichten über die Grundlagen und die Praktibilität des Sturmwarnungswesens und der Wettertelegraphie überhaupt waren, ist in dem an den Wiener Congress erstatteten Bericht von der in Leipzig ernannten Commission ausführlich dargelegt und ich habe hierüber im ersten Theile dieses Handbuches (Seite 300 ff.) eingehend referirt. Indem ich hierauf verweise, will ich nur bemerken, dass fast alle Urtheile zu Gunsten des Sturmwarnungswesens ausfielen. Inwieferne die damals herrschenden Ansichten über die Grundlage des Sturmwarnungswesens modificirt und berichtigt worden sind, werde ich nachher unten noch des Näheren zu besprechen haben.

Die wettertelegraphischen Bestrebungen in den Vereinigten Staaten waren ursprünglich hauptsächlich den Interessen der Seefahrt gewidmet. Nachdem am 1. November 1870 die isochronen meteorologischen Depeschen ihren Anfang genommen, erfolgte am 8. desselben Monats die erste Sturmwarnung für die Seen, welche in den Bulletins veröffentlicht wurde. Im Jahre 1882 erhielten 120 Stationen Sturmwarnungssignale, welche in 3 Klassen zerfallen:

1) das Cautionary Signal, eine rothe Flagge mit schwarzem Viereck in der Mitte, als Tagessignal und eine rothe Laterne des Nachts; 2) das Cautionary offshore Signal (Winde aus N bis W wahrscheinlich), eine weisse Flagge mit schwarzem Viereck über rother Flagge mit schwarzem Viereck, als Tagessignal und ein weisses Licht über rothem als Nachtsignal; 3) das Cautionary Nordwest Signal, wie vorhin, für einige Häfen der Seenregion. Im Jahre endigend Juni 1882 wurden 2051 Signale gegeben.

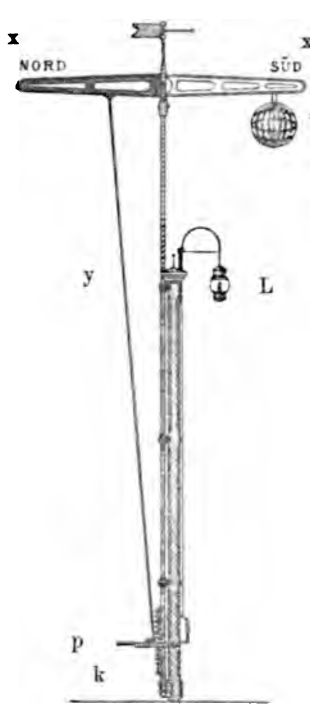
In Canada wurden ursprünglich (1872) die Sturmwarnungen vom Signal office in Washington gegeben, und diese erstreckten sich auf solche Stürme, welche sich den Landseen und der canadischen Küste näherten, später (1876) kam ein selbständiges Sturmwarnungssystem zur Durchführung. Die Sturmwarnungen enthielten ursprünglich keine Angaben über voraussichtliche Richtung und Stärke des Windes, erst später (1882) wurden diese Angaben dem Telegramme beigegeben, zunächst für die Landseen, nachher auch für die Seeküste, eine Massregel, wodurch das Interesse des Publikums an den Leistungen des Institutes sehr gehoben wurde.

Die Sturmwarnungen, welche an 24 Stationen an den Landseen, 11 am St. Lorenzstrom, 12 an der atlantischen Küste gehen, werden signalisirt mittelst Trommel und Kegel (Fitzroy'sches System[34]), (siehe unten Fig. 3) und durch Anschlag schriftlicher Bekanntmachungen vervollständigt, welche eingehender von den zu erwartenden Aenderungen von Wind und Wetter Nachricht geben.

In Frankreich erhalten die Häfen seit August 1863 tägliche telegraphische Witterungsaussichten in der Weise wie schon oben angegeben wurde, wobei die Ankündigung eines Sturmes durch mehrere aufeinander folgende Depeschen vorbereitet ist. Sturmwarnungsdepeschen gehen ebenfalls an mehrere Städte des Auslandes, wenn die dem Lande zugehörige oder angrenzende Küstenstrecke vom Sturme bedroht wird. Derartige Depeschen gingen im Jahre 1866 nach Florenz, Rom, Bern, Lissabon, Wien, Brüssel, Utrecht, Petersburg, Stockholm, Christiania und Madrid. Später jedoch wurden diese Depeschen meistens aufgegeben.

In den Niederlanden wurden mit dem 1. Juni 1860 von Buys Ballot die Sturmwarnungen nach dem im ersten Theile dieses Handbuches (pag. 335) beschriebenen Systeme eingeführt. Als Sturmsignale waren die Fitzroy'schen im Gebrauch, später nach Fitzroy's Tode wurde ein anderer Apparat, das Aëroklinoskop in

Anwendung gebracht, welches dazu diente, Richtung und Grösse des Barometerunterschiedes (der Gradienten) anzugeben, wozu hauptsächlich die Beobachtungen von Groningen, Helder, Vliessingen und Maastricht benutzt wurden. Die Einrichtung des Aëroklinoskops zeigt nebenstehende Figur.



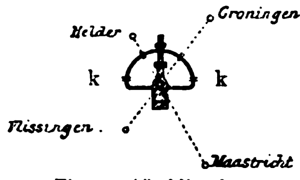
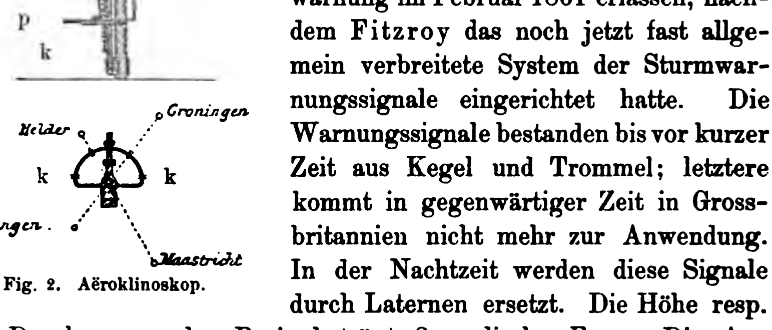


Fig. 2. Aëroklinoskop.



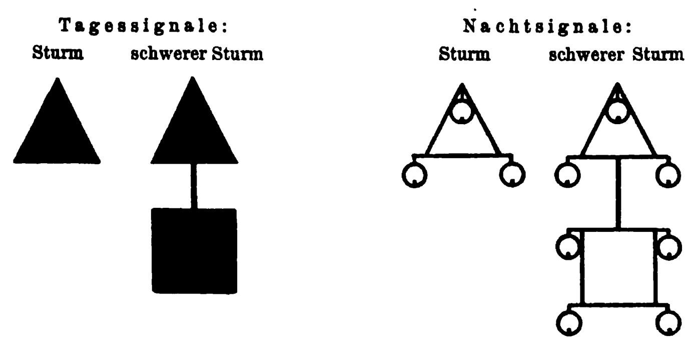
Die Neigung des Armes x x wird durch die Stange y bewerkstelligt und wird durch die nach N roth, nach S weiss angestrichene Kugel R sichtbar gemacht. Mittelst des Hebels p kann der Mast mit dem Arme x x horizontal gedreht werden; in dem Bogen k k entsprechen Marken der Lage der 4 Orte Helder, Groningen, Maastricht und Vliessingen. Während der Nacht wird die Laterne L gehisst, wenn das Abendsignal ein ungünstiges ist (d. h. wenn die Abweichungen im Norden um 4^{mm} oder mehr geringer sind als im Süden).

In England wurde die erste Sturmwarnung im Februar 1861 erlassen, nachdem Fitzroy das noch jetzt fast allgemein verbreitete System der Sturmwarnungssignale eingerichtet hatte. Die Warnungssignale bestanden bis vor kurzer Zeit aus Kegel und Trommel; letztere kommt in gegenwärtiger Zeit in Grossbritannien nicht mehr zur Anwendung. In der Nachtzeit werden diese Signale durch Laternen ersetzt. Die Höhe resp. der Durchmesser der Basis beträgt 3 englische Fuss. Die Anwendung der Signale zeigt folgende Figur (Fig. 3).

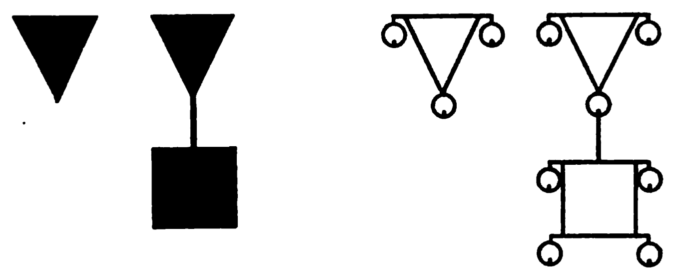
Die Signale bleiben 48 Stunden nach gegebener Warnung hängen und besagen, dass eine atmosphärische Störung vorhanden ist, welche in der Umgebung von 50 Seemeilen in Bezug auf den Ort, wo das Signal gehisst ist, ein Sturm aus der angezeigten Richtung wahrscheinlich eintreffen wird. Die Sturmwarnungs-Telegramme werden unentgeldlich an die Häfen befördert und zwar an 83 in England und Wales, 37 in Schott-

land, 14 in Irland, 3 auf der Insel Man und 3 auf den Inseln des Canals.

An der österreichischen Küste wurden Ende 1866 auf Grundlage der Wettertelegramme vom Pariser Observatorium Sturmwarnungssignale eingerichtet und zwar Cylinder bei Tage und vier



aus nördlicher Richtung (von NW über N nach SE) wahrscheinlich.



Aus südlicher Richtung (von SE über S nach NW) wahrscheinlich).



Sturm aus verschiedenen, ja entgegengesetzten Richtungen nach einander wahrscheinlich.

Fig. 3. Sturmsignale, nach Fitzroy.

weisse Lichter, im Quadrate aufgehängt, des Nachts. Ob gegenwärtig noch Warnungen für diese Küste ertheilt werden, habe ich nicht erfahren können.

In Italien erhielten seit April 1866 21 Küstenstationen Wettertelegramme von der Centralanstalt Florenz, an 6 von diesen (Genua, Livorno, Ancona, Neapel, Palermo und Catanea) waren Commissionen

eingesetzt, die die Beobachtungen am Orte zu untersuchen und gegebenen Falles die benachbarten Häfen zu warnen hatten, auch ohne Anweisung der Centralstation, eine Einrichtung, die der zu derselben Zeit in Preussen unter Dove bestehenden ähnlich war. In gegenwärtiger Zeit erhalten von der Centralanstalt Rom eine Anzahl Hafenmeister und 34 Semaphorstationen, wie bereits oben erwähnt, das Telegramma meteorico, ausserdem werden aber noch besondere Telegramme, den Bedürfnissen entsprechend, zu jeder Zeit nach den Semaphoren erlassen und auch bei besonderen Witterungsverhältnissen erbeten.

In Norwegen wurden zuerst (1869) die Sturmwarnungen aus England benutzt, als sich aber diese als nicht zureichend erwiesen, wurde ein eigenes Sturmwarnungssystem errichtet. Die von dem Centralinstitute erlassenen Warnungen werden durch das Telegraphenamt den Hafenbeamten, Oberlootsen und Vorständen der Fischereien mitgetheilt, um dieselben nach Bedarf weiter zu befördern. Jedoch beschränken sich diese Telegramme fast nur auf das südliche Norwegen. Auch die Nachmittagstelegramme aus Skudesnaes und Aberdeen werden zu Sturmwarnungen benutzt.

In Schweden und Dänemark, sowie in Belgien scheint man sich auf die telegraphischen Wetterberichte mit Aussichten zu beschränken, welche durch die Telegraphenämter und durch die Zeitungen eine sehr grosse Verbreitung finden.

Die Einrichtung des Sturmwarnungssystems in Russland datirt vom October 1874, in welchem Monate die erste Sturmwarnung an die Häfen von Kronstadt, Reval, Riga und Windau geschickt wurde. Gegenwärtig beschränken sich die regelmässigen Sturmwarnungen auf die Häfen des baltischen Meeres, einschliesslich Finnland, und auf einige grössere Binnenseen (den Onega-, Ladoga- und Ilmensee). Die Stationen, welche Sturmwarnungen erhalten, sind nach 3 Gruppen geschieden: I. Libau, Windau, Riga, Dünamünde und Pernau; II. Baltisch Port, Reval, Hangö und Helsingfors; III. Kronstadt, St. Petersburg, Schlüsselburg, Nowaja-Ladoga, Ssermaxa, Nowgorod und Staraja Russa.

In Portugal kommen die Fitzroy'schen Signale, Kegel und Trommel, zur Anwendung mit einer ähnlichen Instruction, wie sie in England gebräuchlich ist.

Das deutsche Sturmwarnungswesen habe ich im ersten Theile dieses Handbuches ausführlich besprochen (pag. 345—357). Indem ich an dieser Stelle hierauf verweise, will ich an einem speciellen

Beispiele zeigen, wie an der Seewarte die Sturmwarnungen gehandhabt werden. Ich benutze hierzu den von mir bearbeiteten Sturm vom 26. bis 29. October 1884, welcher nicht allein wegen seiner Heftigkeit, mit welcher derselbe im Nord- und Ostseegebiete auftrat, sondern ganz besonders wegen seiner langen Dauer und der regelmässigen Aufeinanderfolge der Witterungserscheinungen sehr denkwürdig ist.

Dieser Sturm wurde hervorgerufen durch zwei barometrische Minima von ungewöhnlicher Tiefe und Intensität, von denen das eine in nordöstlicher Richtung im Nordwesten Europas fortzog, das andere von Schottland ostwärts über die nördliche Nordsee und Südskandinavien nach Finnland sich bewegte.

Am 25. Morgens war das Wetter über ganz Europa ruhig. Zwischen zwei barometrischen Maxima, von denen das eine südwestlich von den britischen Inseln, das andere im Osten über Russland sich befand, lag eine breite Zone relativ niedrigen Luftdruckes, welche im Nordwesten die tiefsten Barometerstände zeigte. Anhaltendes starkes Fallen des Barometers während der Nacht vom 24. auf den 25. und am 25., dann Auffrischen der südwestlichen Winde über den britischen Inseln, deuteten auf die Annäherung einer tiefen Depression vom Ocean her. Am Abend des 25. war das Barometer in den letzten 12 Stunden gefallen: auf den Hebriden um 12, in Christiansund um 10, in Shields und Skudesnaes um 9^{mm}, während gleichzeitig die Gradienten über dem Nordseegebiete stark zusammengeschoben waren. Trotzdem war das Wetter im Allgemeinen noch ruhig, insbesondere an der Deutschen Küste, wo überall nur schwache südliche und südöstliche Winde wehten. Allein in Anbetracht der drohenden Gefahr wurde am 25. 9¼ Uhr Abends die ganze Küste durch das Signal „Ball“ gewarnt (siehe Signaltafel im ersten Theile dieses Handbuches pag. 353) und der Eintritt stürmischer südwestlicher Winde in Aussicht gestellt.

Beim Herannahen der Depression frischten an der Nordsee die Winde langsam, aber successive auf und erreichten am 26. Morgens einen stürmischen Charakter, stellenweise zum vollen Sturm sich steigernd. Die Wetterkarte vom 26. October 8^{h} a. m. weist ein Minimum mit einer Tiefe von unter 720^{mm} westlich von der norwegischen Küste nach, umgeben von dicht gedrängten Isobaren und einem Sturmfelde, welches sich über die britischen Inseln, die Nordsee und Skandinavien erstreckt. Hervorzuheben sind die ausserordentlichen Aenderungen im Luftdrucke, indem an der mittleren nor-

wegischen Küste die Abnahme desselben in 12 Stunden 20^{mm} betrug. Während über der Nordsee die Luftbewegung allenthalben stürmisch geworden war, waren über der Ostsee die südlichen Winde zwar aufgefrischt, allein einen stürmischen Charakter hatten sie noch nirgends angenommen.

Um Mittag wurde für sämmtliche Signalstellen das Signal verschärft und besonders für die Nordsee- und westliche Ostseeküste das Rechtsdrehen der Winde nach Nordwest durch ein eigenes Signal ausdrücklich betont.

Während das Minimum nordostwärts der norwegischen Küste entlang fortschritt, breitete sich das Sturmfeld weiter ostwärts über die Ostsee aus und drang auch südwärts bis zum Alpengebiete vor. Auf der Karte vom 26. October 8^h p. m. finden wir das Phänomen in voller Entwickelung dargestellt.

Ueber der Nordsee waren die Winde Abends nach West und Nordwest gedreht und hatten die Stärke eines vollen Sturmes erreicht, welcher in den einzelnen Böen eine ausserordentliche Heftigkeit annahm. Hierdurch wurden der Deutschen Nordseeküste gewaltige Wassermassen zugeführt, so dass trotz der dove tide eine ungewöhnlich hohe Fluth zu Stande kam. Auf Sylt wurden alle Wiesenländereien unter Wasser gesetzt, und mehreres Vieh ertrank.

Beiläufig sei erwähnt, dass am 26. Abends und in der folgenden Nacht auf der Küstenstrecke von Borkum bis Friedrichsort überall Gewitter in Begleitung von Hagelfällen stattfanden. Ein Fortschreiten derselben ist nicht deutlich zu erkennen; die Zeit ihres Auftretens am Abend fällt mit der einzigen Ausnahme von Weserleuchtthurm (5^h 20 p. m.) auf die Zeit von 7 bis 8^h p. m., eine zweite Entladung erfolgte, wie es scheint, meistens um Mitternacht. Diese Gewitter kommen, wenigstens an der westdeutschen Küste, dann fast allemal vor, wenn starke oder stürmische Winde aus der südwestlichen und westlichen in die nordwestliche Richtung übergehen, und scheinen ihren Entstehungsgrund in der Einwirkung der kalten durch die nordwestlichen Winde herbeigeführten Luftmassen auf die wärmeren zu haben. Die Neigung zur Bildung von Gewittern ist deutlich durch den unruhigen Verlauf der Barometerkurven für Borkum, Keitum und Hamburg am Abend und in der Nacht ausgesprochen, während die übrigen Kurven einen ungestörten Verlauf haben.

Am Morgen des 27. lag das Minimum mit einer Tiefe von unter 715^{mm} an der mittleren norwegischen Küste, während über

den britischen Inseln die stürmische Witterung aufhörte und die Winde zurückzudrehen begannen. Dieses, sowie das sehr rasche Fallen des Barometers, welches sich im Laufe des Tages über Irland und den Hebriden einstellte, deuteten zweifellos auf das Herannahen einer neuen bedeutenden Störung vom Ocean her, und in dem Telegramm an die Küstenstrecke von Borkum bis Darsserort, welches unter Annahme zunächst abnehmender Windstärke das Sturmsignal in Signal „Ball" umwandelte, wurde ausdrücklich auf die neue, im Westen drohende Gefahr aufmerksam gemacht.

Die Wetterkarten zeigen, dass das Sturmfeld, soweit es die erste Depression betrifft, von Westen her zuerst abnimmt und dann nach Osten hin vollständig erlischt: am 27. 8^h a. m. sind die britischen Inseln, um 8^h p. m. fast die ganze Nordsee, am 28. 8^h a. m. auch die westliche Ostsee sturmfrei, während aber jetzt ein neues Sturmfeld von Westen her rasch heranschreitet.

Am 28. ist das zuerst besprochene Minimum im hohen Norden noch deutlich zu erkennen, allein ein anderes tiefes Minimum ist über der nördlichen Nordsee erschienen und hat seinen Wirkungskreis über die ganze Westhälfte Mitteleuropas ausgebreitet.

Um Mittag, als im nordwestdeutschen Küstengebiete steife südwestliche Winde wehten, wurde das Signal „Ball" in „mässiger Südweststurm rechtdrehend" für die oben genannte Küstenstrecke verwandelt, und am Nachmittage die Verlängerung des Sturmsignales für die Signalstellen der ostdeutschen Küste angeordnet.

Vom Sturme begleitet schritt das Minimum im Laufe des Tages ostwärts fort und zwar zuerst rein ostwärts, dann nach Nordosten, so dass wir dasselbe am 29. um 8^h a. m. an der finnischen Küste antreffen. Bei dieser Fortbewegung des Minimums drehten sich, ostwärts fortschreitend, die Winde aus der südwestlichen nach der nordwestlichen Richtung und erreichten an unserer ganzen Küste die Stärke eines schweren Sturms. Insbesondere unheilvoll waren die Sturmböen aus W und NW am 28. Abends für unsere Nordseeküste, indem hier, abgesehen von aussergewöhnlich hohem Wasserstande, mehrfache Schiffbrüche und Strandungen vorkamen.

Am 29. nahm die Windstärke an unserer Küste ostwärts fortschreitend langsam ab, so dass diese noch im Laufe des Tages überall sturmfrei wurde. Daher wurde um Mittag für die westliche Küstenstrecke bis Rügen Abnahme des Signals angeordnet und für den Osten keine weitere Warnung mehr gegeben, so dass also am Abend des 29. kein Signal mehr aufgezogen war. —

Eine weitere unmittelbare Verwerthung des wettertelegraphischen Materials endlich ist die Publication von Wetterprognosen, hauptsächlich im Interesse des Binnenlandes. Diese Einrichtung wurde in fast allen Ländern nach Errichtung des Sturmwarnungssystemes getroffen. Die ersten Versuche dieser Art wurden im August 1863 in Frankreich gemacht, jedoch nach zwei Monaten wurden die Prognosen (Probabilités) als ständiger Zusatz zu den Publicationen schon wieder aufgegeben, und man beschränkte sich jetzt bis zum Jahre 1876 nur darauf, gelegentlich in der Witterungsübersicht Vermuthungen über das kommende Wetter einzuflechten.

In den Vereinigten Staaten dagegen stellte man die täglichen Wetterprognosen, welche am 19. Februar 1871 ihren Anfang nahmen und 3mal täglich veröffentlicht wurden, entschieden in den Vordergrund, indem man hier alle Mittel aufbot, den Prognosen eine rasche und allseitige Verbreitung zu geben und bestrebt war, allen Wünschen der Bevölkerung in ausgiebigster Weise zu entsprechen.

Die Bedürfnisse in Bezug auf die Wetterprognose, wie sie sich in den Vereinigten Staaten geltend machen, sind weit vielseitiger als in den einzelnen Staaten Europas und daher ist der Prognosendienst in Nordamerika nach verschiedenen Richtungen thätig, während man sich in den europäischen Staaten blos auf eine allgemeine Prognose beschränkt, die nur nach der Lage der Gegend, worauf sie sich bezieht, unter Umständen modificirt wird. Ausser Sturmwarnungen und Wetterprognosen im Interesse der Landwirthschaft werden in Nordamerika noch Frostwarnungen nach den Plantagen in Louisiana im Interesse der Zuckerpflanzungen (36–48 Stunden voraus), ebenso nach Texas für die Baumwollenpflanzungen, nach Florida für die Orangeculturen ausgegeben; ein anderes Warnungssystem bezieht sich auf die für die südwestlichen Distrikte und Texas so gefährlichen „Northers", die in Zusammenhang stehen mit den barometrischen Maxima, welche im äussersten Nordwesten zuerst sich zeigen (die Warnungen gelten für die kommenden 12—20 Stunden und werden durch Vermittlung der Eisenbahnverwaltungen rasch und allseitig verbreitet); ausserdem erhalten die Anwohner der Flüsse Warnungen über das Fallen und Steigen derselben, sowie über drohende Ueberschwemmungen.

Auf Grundlage der dreimal täglich einlaufenden Wetterdepeschen, welche, wie bereits oben erwähnt, in je 7 Arbeitswetterkarten verarbeitet werden, werden die „Synopsis and indications" aufgestellt; die Ausgabe erfolgt dreimal an jedem Tage[35]. Diese

Prognosen beziehen sich auf den Zustand des Wetters, die vorherrschenden Winde, die Temperatur und die Luftdruckänderungen, welche in den folgenden 24 Stunden (in letzter Zeit 32 Stunden) zu erwarten sind. Ausserdem enthalten diese „Indications“ noch Angaben über das wahrscheinliche Fallen oder Steigen der Flüsse und eventuell auch Sturmwarnungen. Zum Zwecke der Wetterprognose ist das ganze Gebiet in mehrere klimatische Distrikte eingetheilt, welche wir durch nachstehendes Kärtchen veranschaulichen.

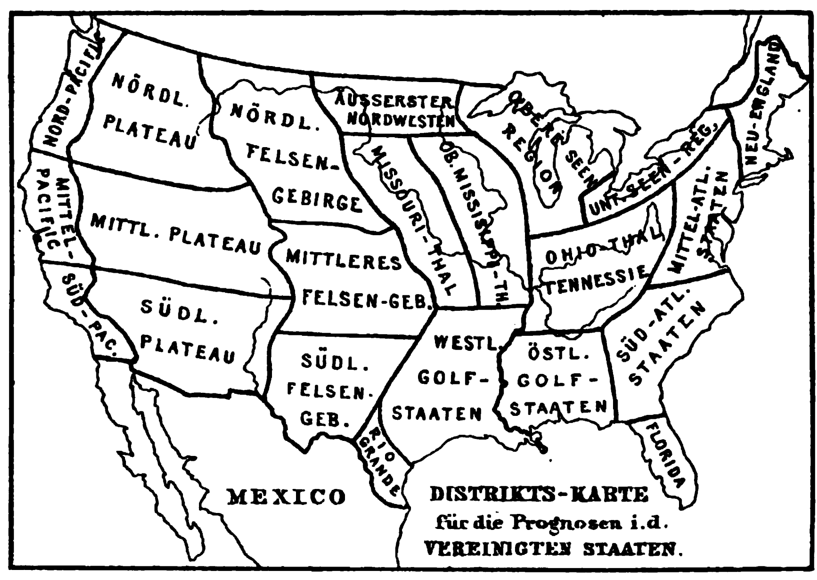


Fig. 4.

Im Durchschnitte ist jeder Theil fast so gross wie Deutschland und also die Localisirung der Prognosen trotz der grossen Liste geringer als in Deutschland, welches noch nach nordwestlichen, südlichen und östlichen Gebietstheilen getrennt wird. Die Wetterprognosen werden seit der Organisation des Systems (1870) ununterbrochen 3mal täglich veröffentlicht und haben einen beständigen Platz in den Tageszeitungen.

Ausser dem allgemeinen Bulletin wird noch ein Specialbericht täglich herausgegeben und durch die Presse verbreitet, welcher, wenn es angeht, von einer Prognose begleitet ist, die für die nächsten 40 oder 48 Stunden aufgestellt ist, und sich auf die Gegenden östlich vom Mississippi bezieht. Diese Berichte sind eingehender als die der Synopsis und enthalten Mittheilungen hauptsächlich

über heftige Stürme, extreme Temperaturen, über hereinbrechende Fröste, heftige Regen etc. Diese Mittheilungen sind insbesondere im Spätherbst und im Winter sehr wichtig, wenn die Kältewellen (cold waves) zuerst im Nordwesten erscheinen und sich nach und nach der atlantischen Küste zuwenden, indem von ihrer Annäherung die dichter bewohnten Gegenden noch rechtzeitig vorher unterrichtet werden können. Diese Einrichtung erscheint von grosser Bedeutung und würde insbesondere dann von grossem Erfolge sein, wenn das wettertelegraphische Netz weiter nach Nordwesten ausgedehnt würde.

Wie bereits oben bemerkt, werden die Prognosen in Nordamerika ungemein rasch und allseitig durch das ganze Land verbreitet. Schon innerhalb einer Stunde und 40 Minuten nach der Beobachtung werden durch das System der „Circuits“ die Prognosen den Zeitungen übermittelt. Eine grosse Verbreitung erhalten die Prognosen durch das „Farmers Bulletin“, welches eine „Synopsis“ über die Witterungszustände der Vereinigten Staaten für die letzten 24 Stunden und die „Indications“ für die folgenden 24 (jetzt 32) Stunden enthalten. Um 1 Uhr nach Mitternacht täglich (mit Ausnahme der Sonntage) werden diese Bulletins an 18 Vertheilungscentren telegraphirt, von wo aus sie sofort gedruckt und nach allen Richtungen zur Versendung gebracht werden. Im Jahre 1882 kamen 8094 „Farmers' Bulletins“ zur Vertheilung und zum öffentlichen Anschlag.

Eine andere nicht minder ausgiebige Verbreitung finden die Prognosen durch die „Railway Bulletins“. 50 Eisenbahncompagnien mit 2306 Stationen erhalten täglich die um 1 Uhr nach Mitternacht vom Centralamte in Washington ausgegebenen Synopsis und Indications und bringen dieselben an allen Stationen der Eisenbahnlinie zum öffentlichen Anschlag im Interesse des reisenden Publikums und der anwohnenden Bevölkerung. Diese Einrichtung erfreut sich in Nordamerika einer grossen Beliebtheit.

In neuester Zeit werden auf den Eisenbahnzügen für einige Staaten (Ohio, Tennessee, Alabama) Wettersignale gegeben und zwar durch je 2 von 6 Symbolen, Farbe: roth für Temperatur, blau für Regen; Form: Sonne für steigend resp. viel, Stern für stationär resp. stellenweise, Mond für sinkend resp. trocken.

Die Frostwarnungen werden telegraphisch übermittelt nach New Orleans, wo sie in den Zeitungen veröffentlicht werden, nach den Zuckerplantagen und den Baumwollenpflanzungen (Galveston), nach den Orangeculturen (Jacksonville, Florida) und nach verschie-

denen anderen Verbreitungscentren. Diese Warnungen beziehen sich auf die folgenden 36—48 Stunden, während die oben erwähnten Warnungen vor den Northers nur für die folgenden 12—20 Stunden gelten.

Seit dem Jahre 1876 wurden in Frankreich kurze Wetterberichte mit Prognosen an eine Anzahl Gemeinden befördert (zunächst an die Departements Puy de Dôme, Allier und Vienne), ein System, welches sich rasch über ganz Frankreich ausdehnte, als die gebührenfreie Beförderung der Prognosendepeschen vom Telegraphenamte zugesagt war, so zwar, dass am 31. Mai 1878 bereits 1560 Gemeinden mit Prognosen telegraphisch versorgt wurden. Als Bedingung für den Bezug der Prognosen hatte die betreffende Gemeinde für eine Person zu sorgen, welche die Telegramme täglich empfing und ausstellte und ausserdem hatte sie einige einfache meteorologische Instrumente (Aneroid etc.) auf eigene Kosten öffentlich aufzustellen. Seit 1879 wurde eine gegen den Privatverkehr reducirte Taxe eingeführt und auf die Prognosendepeschen Abonnements auf das Jahr und die Sommersaison eingeführt. Früher war Frankreich für das „Service agricole" in 5 Regionen eingetheilt: N, W, Centrales Gebiet, SW und SE; gegenwärtig wird das Gebiet nach 8 Distrikten geschieden: NW, N, NE, W, Centrales Gebiet, E, SW und S, und werden für jeden dieser Theile Prognosen gestellt[36]).

Der Prognosendienst in Deutschland, Oesterreich, Italien und den übrigen Hauptstaaten wurde bereits im I. Theile dieses Handbuches (pag. 339 ff.) der Hauptsache nach besprochen, wesshalb hierauf verwiesen wird.

Zum Schlusse dieses Abschnittes gebe ich noch eine Zusammenstellung von Prognosen, wie sie in den mir vorliegenden Bulletins der verschiedenen Systeme unmittelbar publicirt werden. Diese beziehen sich fast alle auf den 13. August 1885, beruhen also auf dem Depeschenmaterial vom 12. August. Für die Vereinigten Staaten und für einige andere Länder lagen mir die Wetterberichte von diesem Tage nicht vor und ich musste desshalb diejenigen von anderen Tagen nehmen*). Zur Beurtheilung der Wetterlage am 12. August gebe ich nachstehend die Wetterkarte für 8 resp. 7^h a. m. dieses Tages. Die der Wetterkarte eingeschriebenen Zahlen bedeuten die Temperatur in ganzen Graden Celsius. Die Wetterkarte vom 13. August lässt annähernd erkennen, von welchem Erfolge die einzelnen Prognosen begleitet waren.

*) Wenn nichts weiter bemerkt ist, bezieht sich die Prognose auf den 13. August 1885.

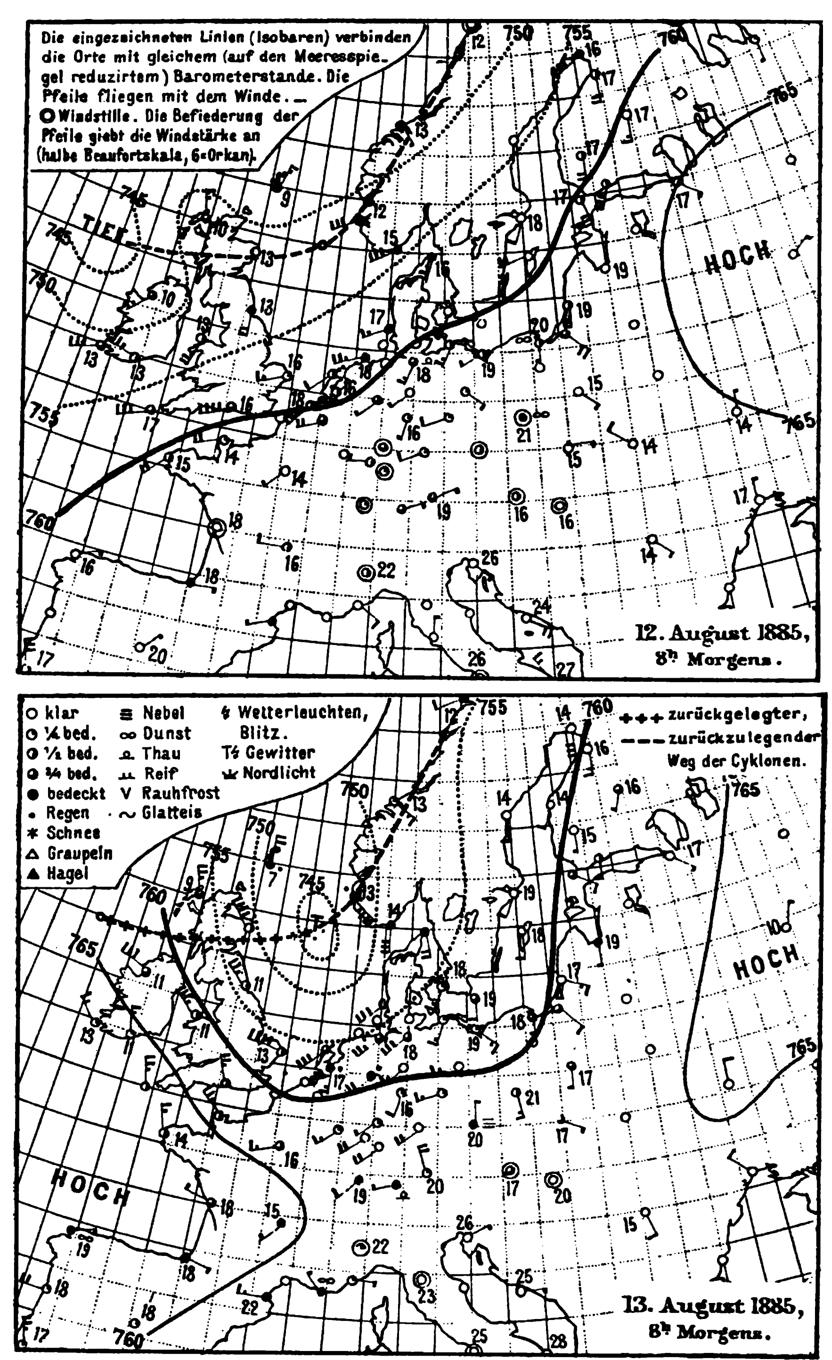

Die eingezeichneten Linien (Isobaren) verbinden die Orte mit gleichem (auf den Meeresspiegel reduzirtem) Barometerstande. Die Pfeile fliegen mit dem Winde. — O Windstille. Die Befiederung der Pfeile giebt die Windstärke an (halbe Beaufortskala, 6=Orkan).
TIEF
HOCH
12. August 1885, 8h Morgens.
O klar
◔ ¼ bed.
◑ ½ bed.
◕ ¾ bed.
● bedeckt
• Regen
* Schnee
△ Graupeln
▲ Hagel
≡ Nebel
∞ Dunst
Thau
Reif
V Rauhfrost
~ Glatteis
Wetterleuchten, Blitz.
Gewitter
Nordlicht
+++ zurückgelegter, --- zurückzulegender Weg der Cyklonen.
HOCH
HOCH
13. August 1885, 8h Morgens.

Fig. 5a und b.

Grossbritannien: London: Meteorological Office (Daily Weather Report: Forecast for the 24 hours ending at noon on 13. August 1885 [issued at 11^{h} a. m. on the previous day]):

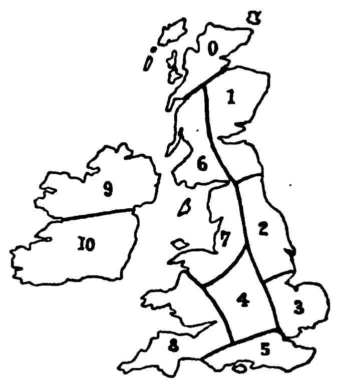


Fig. 6. Distriktskarte für Grossbritannien.

Districts.	Forecasts.	Districts.	Forecasts.
0 Scotland North	Light breezes, chiefly NE^{ly} claudy, some showers.	6 Scotland West	S^{ly} Winds, fresh to W^{ly} or NW^{ly} strong, unsettled, showery.
1 Scotland East	S^{ly} winds moderate to W^{ly} or NW^{ly} strong; unsettled, some rain.	7 England NW	dto. dto.
2 England NE	dto. dto.	8 England SW	Same as No. 5.
3 England East	Same as No. 5.	9 Ireland North	W^{ly} and NW^{ly} Winds, fresh or strong, changeable, showery.
4 Midland countries	Same as No. 5.	10 Ireland South	dto. dto.
5 England South	SW^{ly} to W^{ly} winds strong, changeable, some show.		

Frankreich: Paris: Bureau central météorologique (Bulletin international): Avis transmis le 12 Août 1885 à midi:

France — Service maritime.

Nouvelle dépression Ouest-Irlande, baromètre baisse 5^{mm} Valentia, hausse 3^{mm} Manche, 1 à 2^{mm} Bretagne et Gascogne

Probable { Manche: Vent entre S et O, mod. à assez fort.
Bretagne: id.
Océan: Vent variable faible à modéré.

Méditerranée: baromètre reste uniforme vers 761^{mm} Europe, Sud et Algérie:

Probable { Provence: Vent variable faible à modéré.
Algérie: id.

France — Service agricole.

Nouvelle dépression apparaît Ouest-Irlande, baromètre uniforme vers 762^{mm} France et méditerranée.

Probable:

1) Nord-Ouest: Vent d'entre S et O, ciel nuag. qq. ondées sur la côte. Hausse de temp.
2) Nord: id. id.
3) Nord-Est: Vent faible; ciel nuageux, temp. chaud.
4) Ouest: id. id.
5) Centre: id. id.
6) Est: id. id.
7) Sud-Ouest: id. id.
8) Sud: id. id.

Deutschland: a) Hamburg: Deutsche Seewarte (Wetterbericht, vgl. unten Fig. 7a bis d, 1/2 der natürl. Grösse): Aussichten für die Witterung des 13. August in:

Nordwestdeutschland: Vorwiegend trübes, etwas kühleres Wetter mit Regenfällen und auffrischenden südwestlichen Winden.

Ostdeutschland: Vorwiegend heiteres, ziemlich warmes Wetter mit langsam auffrischenden südlichen Winden, ohne wesentliche Niederschläge.

Süddeutschland: Ziemlich warmes und heiteres Wetter mit auffrischenden südwestlichen Winden ohne wesentliche Niederschläge.

b) München: Meteorologische Centralstation (Wetterkarte und Wetterbericht):

Voraussichtliche Witterung für den 13. August 1885:

Still oder nur schwacher Wind, vorwiegend heiter, vorwiegend trocken, warm.

c) Chemnitz: Meteorologisches Institut (Wetterbericht):

Aussicht für den 13. August 1885:

Leichte Luftbewegung zwischen Süd und West, ziemlich heitere, meist trockene und warme Witterung, Gewitter jedoch wahrscheinlich.

d) Stuttgart: Meteorologische Centralstation (Wetterkarte):

Witterungsaussichten für den 13. August 1885:

Heiter, trocken, heiss.

Schweiz: Zürich: Meteorologische Centralanstalt (Wetterbericht): Keine erhebliche Aenderung im Witterungscharakter. Pas de changement notable.

Oesterreich: Wien: Centralanstalt für Meteorologie (telegraphischer Wetterbericht):

Wind und Bewölkung wechselnd, warm, Gewitterneigung.

Ungarn: Budapest*): Magyarország és környezetének idöjárásáról. Kilátás a jövö idöre: Haránkban: Kévés kivetellel, többnyire darült, meleg idöt vorhatni.

(Im Inlande: mit geringen Ausnahmen meist heiteres, warmes Wetter zu erwarten.)

Portugal: Lissabon: Observatorio do infante d. Luiz (Bolatim meteorolog.):

Tempo provavel em Lisboa no dia 13 de Agosto: Vento fresco on moderado d'entre NW e NE, ceu limpo on d'alg. nuvens.

Italien: Rom: Ufficio centrale di meteorologia (Bolletino meteorico):

---

*) Die Prognosen werden nicht vom Institute, sondern im Auftrage des früheren Ministers für Ackerbau und Handel von Dr. Weis aufgestellt.

Probabilità: Venti deboli e vari, cieli generalmente sereno con qualche temporale sull' Italia Superiore.

Dänemark: Kopenhagen: Meteorologisk Institut, Vejrkaart for d. 11. August: „Udsigt til Vinde omkring Sydvest med ustadigt og noget köligere Vejr.“

Niederlande: Utrecht resp. Amsterdam: Koninklijk Nederlandsch meteorologisch Instituut. Weerbericht van d. 3. November 1885 Verwachting: „Suid-Westelyke Wind.“

Schweden: Stockholm: Väderleken i Norra Europa. Synoptisk Karta. 28. August 1885, Utsigter: Vinden mellan N och W, ostadigt väder möjligen klarare i vester.

Vereinigte Staaten: Washington: Signal Office (War Department Weather Map, vergl. unten Fig. 8, 1/5 der natürl. Grösse)*):

Washington City, Wednesday, September 9, 1885—7 A. M.

Synopsis for the past twenty-four hours.

The barometer is lowest in the lake regions, with a storm-centre central over Lake Huron moving eastward. Rain has fallen in New England, the northern portion of the middle Atlantic states, in the Ohio valley, and the northern portion of the upper Mississippi valley, and heavy rains in the lake regions. The winds are southwesterly in the Atlantic and Gulf states, and northwesterly in the northwest, with frequent southwesterly gales in the lake regions. The temperature has risen in the Atlantic states, and fallen in the Mississippi valley.

The rivers have remained nearly stationary.

Indications for thirty-two hours.

For New England: cloudy weather and rain; brisk and high southwesterly winds; higher temperature; lower barometer.

For the middle Atlantic states: cloudy weather and rain, except in extreme southern portion generally fair weather; high southwesterly winds; higher, followed by a slight fall in, temperature.

For the south Atlantic states: generally fair weather; southwesterly winds, being high on the Carolina coast; higher temperature, followed by lower temperature in the interior.

For the east Gulf states: generally fair weather, except local rains on the coast; southwest to northwest winds; nearly stationary temperature.

For the west Gulf states: generally fair weather; southerly winds in southern portion, northwesterly winds in northern portion; nearly stationary temperature.

For the Ohio valley and Tennessee: occasional local rains, except in

---

*) Die dem Originale eingeschriebenen Zahlen für Temperatur, Luftdruck und Windgeschwindigkeit sind in unserer Karte weggelassen.

the southwest portion clearing and fair weather; cooler southwest to northwest winds; higher barometer.

For the lower lake region: cloudy weather and rain; high westerly winds; slightly cooler; higher barometer.

For the upper lake region: cloudy weather and rain; followed by clearing weather in west portion; brisk and high southwest, veering to northwest, winds; slightly cooler; higher barometer.

For the upper Mississippi valley: slightly cooler, clearing and fair weather; northwesterly winds; higher barometer.

For the Missoury valley: continued cool, northwesterly winds; generally fair weather.

Rivers. — The rivers will generally rise.

Signals. — Cautionary signals continue at stations on the Atlantic coast from Hatteras to Eastport, and at all lake stations, except Duluth.

Australien: Weather-chart of the Melbourne-Argus 6. Oktober 1885 9^h a. m. Forecast at 3^h p. m.: South — Unsettled weather, with strong W and south-westerly winds. North — Unsettled weather with strong W and south-westerly winds" (gilt für die nächsten 24 Stunden). Die unter Fig. 9 (1 : $2\frac{1}{2}$ der natürl. Grösse) wiedergegebene Wetterkarte ist diejenige, welche von Adelaide durch Anschlag veröffentlicht wird.

Japan: Tokio: „Imperial Meteorological Observatory, Weather Map" 25. October 1885, Indications 6^h a. m. Kioto-Time: NW^{ly} winds; clearing; rain on the NW-coast. 2^h p. m.: SW^{ly} winds, fair; some rain on the NW. 9^h p. m.: N to W^{ly} winds; generaly fair to fine (vergl. unten Fig. 10). —

Ausser dieser mittelbaren und unmittelbaren Verwendung des wettertelegraphischen Materiales giebt es endlich noch eine Verwerthung desselben, die nicht minder wichtig zu sein scheint, nämlich diejenige zur Bereicherung unserer Erkenntnisse des causalen Zusammenhanges der atmosphärischen Erscheinungen und, hiermit im nahen Zusammenhange, zur Verbesserung der Grundlage der ausübenden Witterungskunde. Von einigen Seiten hat man zwar behauptet, dass das durch die telegraphische Transmission theilweise unsichere wettertelegraphische Material zum wissenschaftlichen Studium der Witterungserscheinungen und zum Ausbau der ausübenden Witterungskunde nicht nothwendig sei, und dass hierfür ein Ersatz durch die nachher publicirten Beobachtungen gegeben sei, um so mehr, als dieses Material weitaus reichhaltiger und zuverlässiger sei. Indessen muss zugestanden werden, dass bei der Errichtung vieler wettertelegraphischer Systeme die Vervollkommnung

Jahrgang XI. **DEUTSCHE SEEWARTE.** 1886, № 6.

Tabellarischer Wetterbericht von Mittwoch, dem 6ten Januar.

gestern Abend: Zeit	Barometer mm	Thermometer °C	Wind rechtweisend 1–12 (Beauf.)	Wetter		Stationen des Inlandes	heute 8 Uhr Morgens: Barometer mm	Thermometer °C: Stand	Abweich. v. Mittel	Relative Feuchtigkeit %	Wind rechtweisend 1–12 (Beauf.)	Wetter	[illegible]	Zug d. oberen Wolken	Seegang (0–9)	letzte 24 Std.: Niederschlag mm	Temp.-Extr.: Max.	Min.	Bemerkungen (wo keine Zeitangabe, auf heute 8h a m bezüglich)
8	742.6	3.0	WSW 5	4	Ostsee	Memel	744.1	2.1	+5.7	75	SW 6	4	5		6	2	3	0	[illegible]
8	45.5	2.0	WSW 6	2		Neufahrwasser	44.6	1.2	+2.7	78	SSW 5	3	5			0	5	0	[illegible]
8	45.0	1.8	WSW 6	3		Rügenwaldermünde	42.5	1.3	—	80	SW 7	4	4		6	0	3	−0	[illegible]
8	46.8	2.5	SW 7	2		Swinemünde	44.4	0.3	+2.4	87	W 7	2	5			0	3	−0	[illegible]
8	43.7	2.3	SW 6	4		Wustrow	43.9	1.6	+2.8	75	W 5	0	0		—	2	5	−1	
8	44.0	1.6	SW 4	≡		Kiel	46.6	−0.4	−0.3	83	W 7	0	5		—	*	3	−1	[illegible]
8	745.1	2.8	WSW 8	4	Nordsee	Hamburg	748.1	0.8	+1.7	89	WSW 7	4	5		—	1	5	0	[illegible]
6	44.8	2.8	W 7	*		Cuxhaven	49.4	2.2	—	91	WNW 5	2	—	WSW	4	9	—	—	[illegible]
8	41.2	1.6	WSW 6	4		Keitum auf Sylt	45.9	1.4	+2.0	76	WNW 7	4	8		—	3	3	−1	[illegible]
—	—	—	—	—		Helgoland	—	—	—	—	NNW 6	•	—	—	5	—	—	—	
8	44.9	2.3	SW 6	8		Wilhelmshaven	50.2	0.6	−0.1	85	W 4	3	6		—	*	4	0	[illegible]
8	43.8	2.6	WSW 8	4		Borkum	51.5	1.0	+0.4	87	NW 7	4	5		6	*	5	0	[illegible]
8	749.9	1.0	W 3	0	Nord- u. Mitteldeutschland	Münster	753.3	0.5	0.0	83	W 2	1	1	W	—	1	6	0	[illegible]
8	52.2	2.2	SW 5	1		Kassel	53.7	1.4	+2.3	96	W 7	3	4		—	2	5	1	[illegible]
8	49.4	2.6	WSW 8	0		Hannover	51.0	1.4	+1.7	—	W 8	2	—		—	—	—	—	
8	50.0	2.5	W 5	0		Magdeburg	50.5	1.7	—	71	W 7	2	5		—	2	6	1	[illegible]
8	54.3	2.2	WNW 3	0		Chemnitz	55.6	−0.2	+0.6	98	WNW 5	*	—		—	*	—	—	[illegible]
8	50.2	2.6	W 5	4		Berlin	49.7	0.7	+2.1	87	WNW 7	*	6		—	—	6	1	
8	50.2	1.6	W 4	1		Grünberg	49.1	2.6	—	89	W 5	≡	7		—	5	6	1	[illegible]
8	53.1	3.4	W 6	0		Breslau	52.4	2.7	+5.7	67	SSW 6	3	4		—	—	8	1	
9	44.7	2.1	W 6	4		Königsberg	45.2	1.2	+5.4	—	W 3	1	—		—	—	—	—	
8	761.6	5.7	SW 4	1	Süddeutschland	Altkirch	762.0	3.8	—	87	SW 4	•	8		—	4	9	3	
8	57.4	2.9	W 4	3		Kaiserslautern	57.5	2.6	—	87	W 3	•	5		—	2	6	2	[illegible]
10	55.8	3.2	W 5	•		Wiesbaden	56.7	4.0	+5.2	84	SW 4	4	5		—	3	8	1	[illegible]
9	58.4	3.9	SW 5	0		Karlsruhe	58.5	4.8	+5.0	71	SW 7	4	5		—	7	6	3	
9	60.6	4.2	SW 5	4		Friedrichshafen	61.0	3.4	+5.2	73	SW 1	4	5		—	1	6	2	Gebirgsföhn.
8	55.5	2.5	W 2	0		Bamberg	56.1	2.5	+4.9	84	W 6	3	6		—	3	7	0	[illegible]
8	58.1	2.1	W 3	•		München	59.6	2.2	+6.2	65	W 5	4	—		—	1	7	1	

Aufzeichnungen der Registrirapparate zu Hamburg seit gestern 8 Uhr Morgens.

Stunde	9	10	11	Mttg.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Mitternacht	1	2	3	4	5	6	7
Anemograph: Richtung	WSW	WSW	WSW	WSW	WSW	WSW	WSW	WSW	WSW	WSW	WSW	WSW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	WNW	NW	W	W	W

Met. p. Sek.: 13.4, 13.8, 13.6, 12.1, 18.5, 17.3, 19.4, 21.4, 19.8, 19.3, 19.6, 15.8, 18.5, 16.3, 17.5, 19.8, 21.4, 21.8, 22.6, 16.0, 8.8, 9.1, 12.8, 14.0

Barograph .... Thermograph

755 mm / 10 °C

750 mm / 5 °C

745 mm / 0 °C

740 mm / −5 °C

Stunde 8 9 10 11 Mttg. 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 Mitternacht 1 2 3 4 5 6 7

Wetterbericht von heute 2 Uhr Nachmittags.

Stationen	Barometer mm	Thermometer °C	Relative Feuchtigkeit %	Wind, rechtweisend 1–12 (Beauf.)	Wetter	[illegible]	Zug d. oberen Wolken	Bemerkungen
Memel	741.9	−0.6	98	SSW 6	*	6		[illegible]
Neufahrwass.	45.3	1.4	67	W 6	2	5		[illegible]
Swinemünde	47.9	−1.4	100	W 8	*	6		[illegible]
Kiel	50.7	−0.8	94	W 4	0	0		[illegible]
Hamburg	752.2	0.8	87	W 6	3	4	W	Mttg. Cirri.
Keitum	50.8	0.6	75	NNW 6	1	4		
Helgoland	—	—	—	NW 7	1	..	—	Seeg. 6.
Borkum	53.2	1.6	64	NNE 3	1	5		• 5
Kassel	754.0	1.3	98	SW 1	4	1		[illegible]
Chemnitz	56.1	0.6	87	WSW 4	*	8		
Breslau	54.2	2.6	58	W 6	1	4		[illegible]

Stationen	Barometer mm	Thermometer °C	Relative Feuchtigkeit %	Wind, rechtweisend 1–12 (Beauf.)	Wetter	Bemerkungen
Kaiserslaut.	754.6	4.2	82	SW 4	4	
München	57.5	4.3	54	W 4	1	[illegible]
Wien	59.6	5.8	52	still	3	
Utrecht	752.7	1.7	98	SW 1	4	
Stornoway	61.5	2.8	—	WNW 3	1	
Shields	57.4	2.2	—	N 2	2	
Valentia	59.2	2.8	—	NNE 5	2	
Petersburg(1h)	740.7	0.1	—	S 1	4	
Haparanda	48.2	−25.4	—	NE 4	4	
Stockholm	38.6	−6.6	—	N 8	*	
Skudesnäs	52.2	−3.2	61.	NNW 2	3	Seeg. 3.

Anmerkung: Die Barographenkurve ist nicht auf das Meeresniveau reduzirt. Zur Ausführung dieser Reduktion sind 2.4 mm hinzuzufügen.

Fig. 7a. 1:2 der natürlichen Grösse.

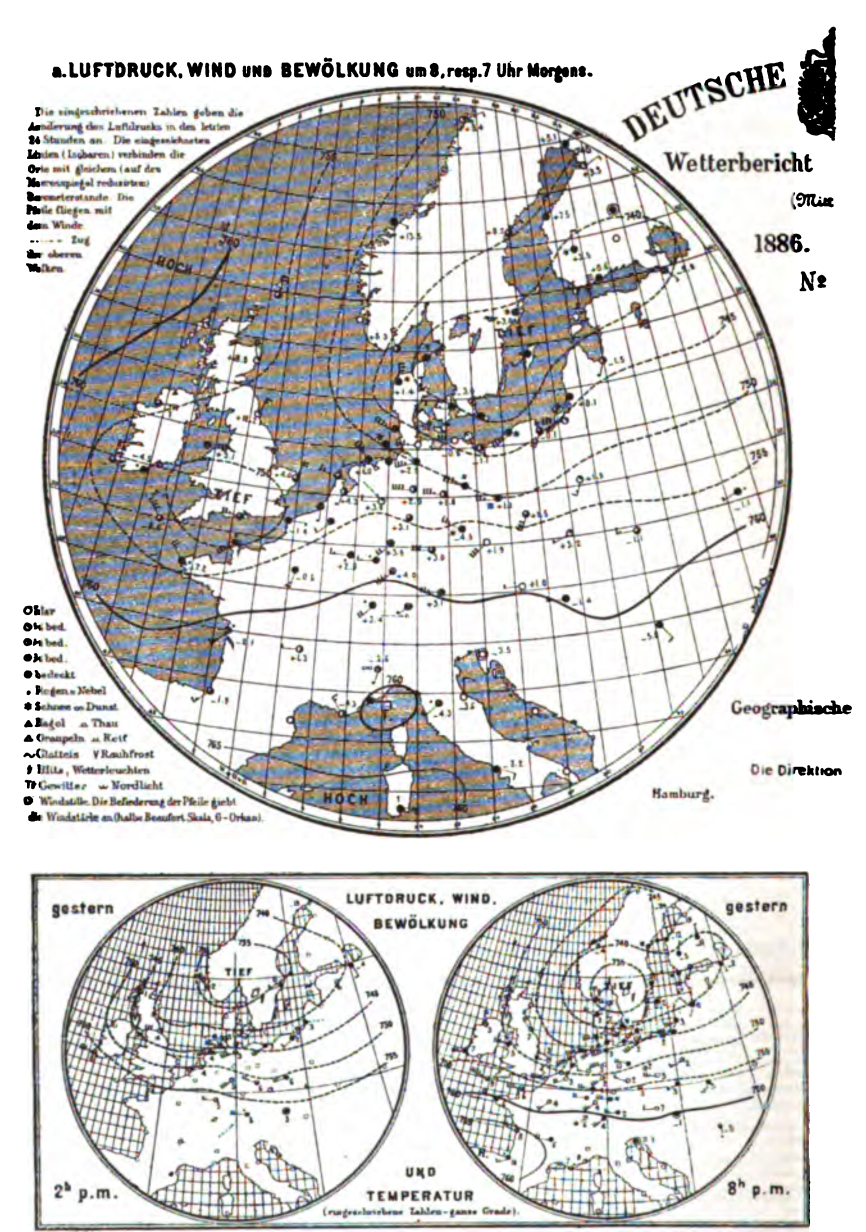
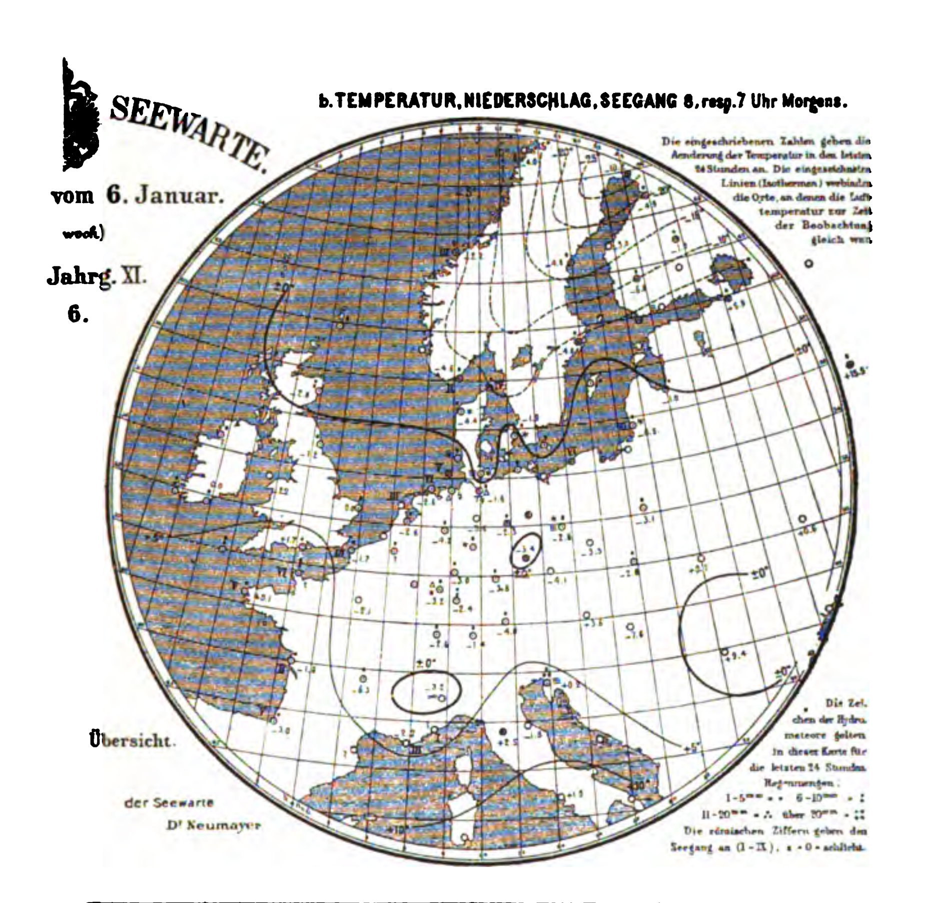


Fig. 7b. 1 : 2 der natürlichen Grösse.



Allgemeine Uebersicht der Witterung am 6ten Januar, 8(7) Uhr Morgens.

In einer breiten Zone niederen Luftdrucks, die sich von den Britischen Inseln ostnord-ostwärts über das Nord- und Ostseegebiet nach Nordwest-Rußland erstreckt, liegen zwei barometrische Minima, eines bei Wisby und ein anderes über England. Unter dem Einfluss des ersteren herrscht an der deutschen Küste, vielfach auch im Binnenlande, starke bis stürmische Luftbewegung, im Westen aus nordwestlicher, im Osten aus südwestlicher Richtung. Das Wetter ist über Zentraleuropa kälter, unbeständig und regnerisch. In Deutschland liegt die Temperatur noch erheblich über der Normalen.

Aussichten für die Witterung des 7. Januar in:

Nordwestdeutschland: Kälteres Wetter mit veränderlicher Bewölkung und abnehmender Windstärke. Keine oder geringe Niederschläge.

Ostdeutschland: Kälteres, etwas aufklarendes Wetter mit abnehmender Windstärke. Etwas Schnee.

Süddeutschland: Kälteres, etwas trübes Wetter mit Schneefällen und schwacher Luftbewegung.

Abth III. Dr. J. van Bebber.

... inklusive portofreier täglicher Zusendung M 13.. Man abonnirt ausschliesslich bei allen Postämtern (Nr 5097 der Zeitungspreisliste.)

Fig. 7c. 1:2 der natürlichen Grösse.

6. Januar. 1886 Nº 6.

gestern Abend					Stationen des Auslandes		heute Morgen							letzte 24 Std.			Bemerkungen (wo keine Zeitangabe, auf heute 8 resp. 7h a.m. bezüglich)
Zeit	Barometer mm	Thermometer °C	Wind, rechtweisend 1-12 (Beauf.)	Wetter			Zeit	Barometer mm	Thermometer °C	Relative Feuchtigkeit %	Wind, rechtweisend 1-12 (Beauf.)	Wetter	Seegang	Niederschlag mm	Temp.-Extr. Max.	Temp.-Extr. Min.	
—	—	—	—	—	Grossbritannien	Sumburgh-Hd	8	755.1	-1.1	78	N 4	3	—	1	—	—	
6	751.8	-0.6	N 4	1		Sterneway	8	58.2	0.0	100	N 3	1	—	2	—	—	
—	—	—	—	—		Aberdeen	8	55.9	-1.1	78	NNW 4	1	—	7	—	—	
6	46.7	2.2	NW 4	2		Shields	8	54.6	1.1	79	NNE 3	1	—	1	—	—	
6	51.8	2.8	NNW 4	5		Mullaghmore	8	56.4	1.7	69	ENE 5	3	—	3	—	—	
6	50.8	5.0	W 7	3		Holyhead	8	53.1	1.7	69	ENE 5	4	—	0	—	—	
—	—	—	—	—		Rochespoint	8	51.6	2.2	91	NE 4	•	—	5	—	—	
6	54.4	7.2	WSW 6	4		Valentia	8	52.1	5.3	92	N 5	3	—	7	—	—	
6	48.3	2.8	W 5	6		Yarmouth	8	53.3	1.7	90	NNE 4	3	—	1	—	—	
6	53.9	8.8	WNW 8	3		Scilly	8	50.6	7.2	61	NW 8	3	—	6	—	—	
—	—	—	—	—		Hurst Castle	8	48.5	8.1	100	W 5	3	—	7	—	—	
8	734.6	0.2	NNW 4	4	Norwegen	Oxö	8	744.5	-3.4	56	NNW 6	2	2	2	1	-5	
8						Skudesnäs	8										
8	41.4	-4.0	NE 6	*		Kristiansund	8	48.1	-4.0	77	ESE 1	4	3	4	-3	-7	
8	43.4	-13.2	ENE 4	3		Bodö	8	48.5	-14.4	66	ENE 2	1	1	0	-10	-15	
9	734.4	0.6	W 4	2	Dänemark	Skagen	8	737.0	-5.0	90	NE 4	*	4	5	1	-4?	
9	35.7	1.9	WNW 4	•		Vestervig	8	42.9	-2.2	94	N 6	*	—	5	2	-4	
9	40.2	1.6	SW 3	*		Kopenhagen	8	39.0	0.3	59	W 3	3	—	0	3	0	
9	42.0	2.1	SW 6	•		Bornholm	8	39.6	-0.4	83	NW 6	4	—	3	4	-0	
9	753.4	3.2	WSW 4	0	Holl. u. Belg.	Brüssel	8	754.4	3.0	90	SW 2	4	—	1	10	3	
—	—	—	—	—		Arlon	8	—	1.3	—	W 3	•	—	—	—	—	
10	49.1	2.7	SW 3	•		Utrecht	8	54.7	1.2	94	SW 1	2	—	1	4	0	
7	51.7	5.0	WSW 6	1		Vliessingen	8	54.6	3.0	90	S 1	4	—	0	8	4	
8	45.1	4.6	SW 7	3		Helder	8	52.8	3.0	74	WNW 3	3	3	0	5	2	
6	762.1	5.6	WNW 4	4	Frankreich	St Mathieu	7	754.3	7.3	79	NW 5	•	5	5	10	4	
6	58.2	6.0	W 7	3		Cherbourg	7	49.0	7.0	100	SW 7	•	6	9	7	4	
6	59.8	4.3	SW 3	1		Paris	7	57.5	4.2	89	SSW 3	4	—	0	8	4	
6	52.3	5.0	W 8	1		Grisnez	7	51.0	2.3	100	E 1	4	3	3	7	2	
6	64.3	5.6	W 4	4		Clermont	7	63.1	0.9	80	W 1	2	—	1	9	-2	
6	65.9	8.2	WNW 3	3		Ile d'Aix	7	62.0	8.2	83	SW 5	•	2	2	11	5	
6	65.1	10.0	WSW 3	•		Biarritz	7	63.3	7.0	88	SW 3	3	5	1	12	6	
6						Perpignan	7						—				
6	63.5	7.4	WNW 4	3		Sicié	7	60.5	4.6	74	NW 3	2	3	0	12	4	
6	59.7	7.7	WSW 1	2		Nizza	7	59.9	3.8	86	E 2	3	1	0	11	3	
9	744.2	-24.5	NE 2	0	Schweden	Haparanda	8	748.7	-26.0	100	NE 4	4	—	0	—	—	
9	41.5	-13.4	NE 4	•		Hernösand	8	46.3	-16.8	90	NE 2	3	—	1	—	—	
9	36.0	-0.2	S 2	4		Stockholm	8	39.6	-4.4	86	NNE 4	*	—	2	—	—	
9	37.9	2.2	W 4	2		Wisby	8	37.7	1.4	96	SW 2	•	—	1	—	—	
9	738.2	0.3	S 2	*	Finnland	Hangö	7	739.1	-0.4	98	S 3	2	4	*	—	—	
9	37.6	0.1	SSW 2	3		Helsingfors	7	37.9	-2.2	96	SW 1	≡	—	0	—	—	
9	38.2	-5.0	NNE 1	4		Tammerfors	7	39.7	-9.0	94	N 2	*	—	4	—	—	
9	49.9?	-12.3	NE 1	4		Nikolaistadt	7	42.7	-17.0	84	N 3	4	—	0	—	—	
9	38.7	-11.2	N 1	4		Kuopio	7	40.1	-13.6	100	still	4	—	2	—	—	
9						St Michel	7						—		—	—	
9	43.1	-19.0	ENE 1	0		Uleåborg	7	44.8	-19.9	?	ENE 2	1	—	2	—	—	
9	750.7	-25.2	ENE 1	4	Russland	Archangelsk	7	746.9	-22.2	80	ESE 2	4	—	0	—	—	
9						Wologda	7						—		—	—	
9	40.0	-1.5	SSE 1	4		Petersburg	7	39.4	-2.0	96	SSE 1	4	—	2	—	—	
9	47.4	-4.4	S 1	*		Moskau	7	47.1	1.6	93	SSW 1	4	—	5	—	—	
9	41.0	0.5	SSW 1	3		Riga	7	41.4	0.0	94	SSW 1	2	—	1	—	—	
9	50.8	2.2	WSW 3	2		Warschau	7	51.4	0.3	83	SSW 3	1	—	2	—	—	
9	55.2	2.2	WSW 1	1		Kiew	7	55.9	0.7	90	WSW 1	•	—	0	—	—	
9						Odessa	7						—		—	—	
9	60.8	0.6	SW 1	4		Charkow	7	59.7	1.6	85	SW 2	4	—	0	—	—	
9	757.3	6.8	W 2	1	Österreich	Wien	7	759.6	3.8	64	W 1	0	—	0	9	2	
9	55.6	3.2	W 4	3		Prag	7	55.4	2.6	75	SW 6	0	—	0	—	—	
9	55.2	3.4	WSW 1	4		Krakau	7	57.6	2.6	67	WSW 1	1	—	1	8	2	
9	55.2	3.3	SW 3	4		Lemberg	7	56.7	1.4	89	W 3	3	—	0	4	1	
9	58.5	-1.1	still	4		Pest	7	59.9	4.0	70	W 1	4	—	0	4	-2	
9	61.6	-4.8	S 1	3		Hermannstadt	7	61.2	-1.8	?	SSE 2	4	—	0	-1	-5	
9	61.3	6.8	still	≡		Triest	7	61.0	6.2	97	still	0	—	11	8	5	
9						Lesina	7						—				
—	—	—	—	—	Italien	Moncalieri	8	760.6	-1.0	—	SSW 1	≡	—	—	—	—	
—	—	—	—	—		Florenz	8	60.4	8.5	—	SW 2	•	—	—	—	—	
—	—	—	—	—		Pesaro	8	60.8	6.1	—	N 2	4	—	—	—	—	
—	—	—	—	—		Cagliari	8	68.4	11.0	—	E 3	4	—	—	—	—	
—	—	—	—	—		Neapel	8	64.3	11.0	—	ESE 2	4	—	—	—	—	
—	—	—	—	—		Brindisi	8			—			—	—	—	—	
7	724.4	3.0	SW 1	4		Friedrichshafen	1	—	—	—	—	—	413 (Seehöhe m)		Höhen-Stat.		
Uhr	684.1	1.8	W 4	4		Trogen	Uhr	682.6	2.0	—	W 1	0	878		(Bar. nicht auf		
Mg.	557.8	-10.6	W 8	≡		Säntis	Nm.	557.2	-9.1	—	W 6	1	2467		Meeresniv. red.)		

Anmerkung: Der Barometerstand sämmtlicher Stationen des Inlandes und des Auslandes (ausschl. Höhen-Stat.) ist auf 0°C. und Meeresniveau reduzirt.

Fig. 7d. 1 : 2 der natürlichen Grösse.

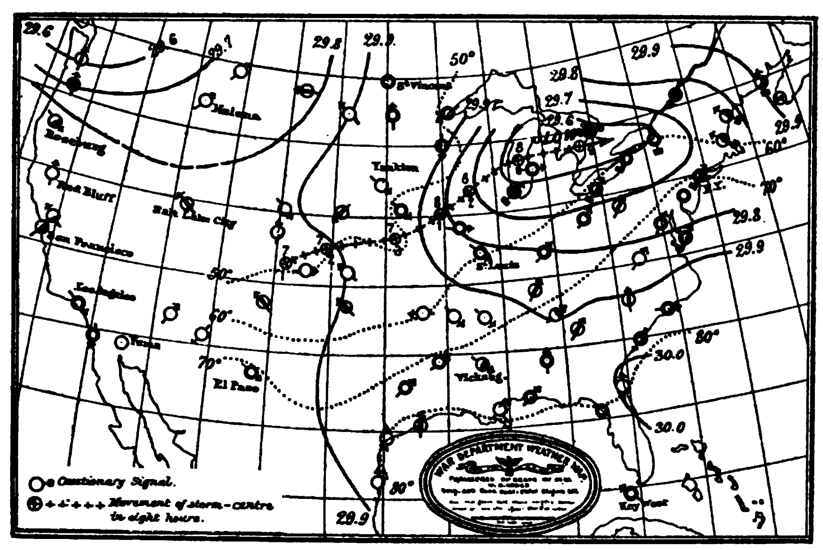


Fig. 8. Wetterkarte des Signal Office vom 9. September 1885 7h a. m. 1 : 5 der nat. Grösse.

Weather Map of AUSTRALASIA at 9 a.m. 2. AUGT. 1882.

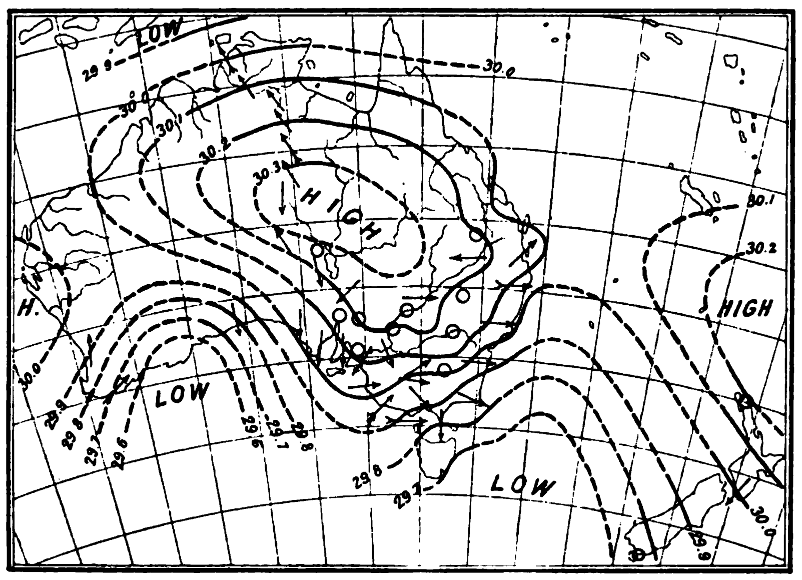


Fig. 9.

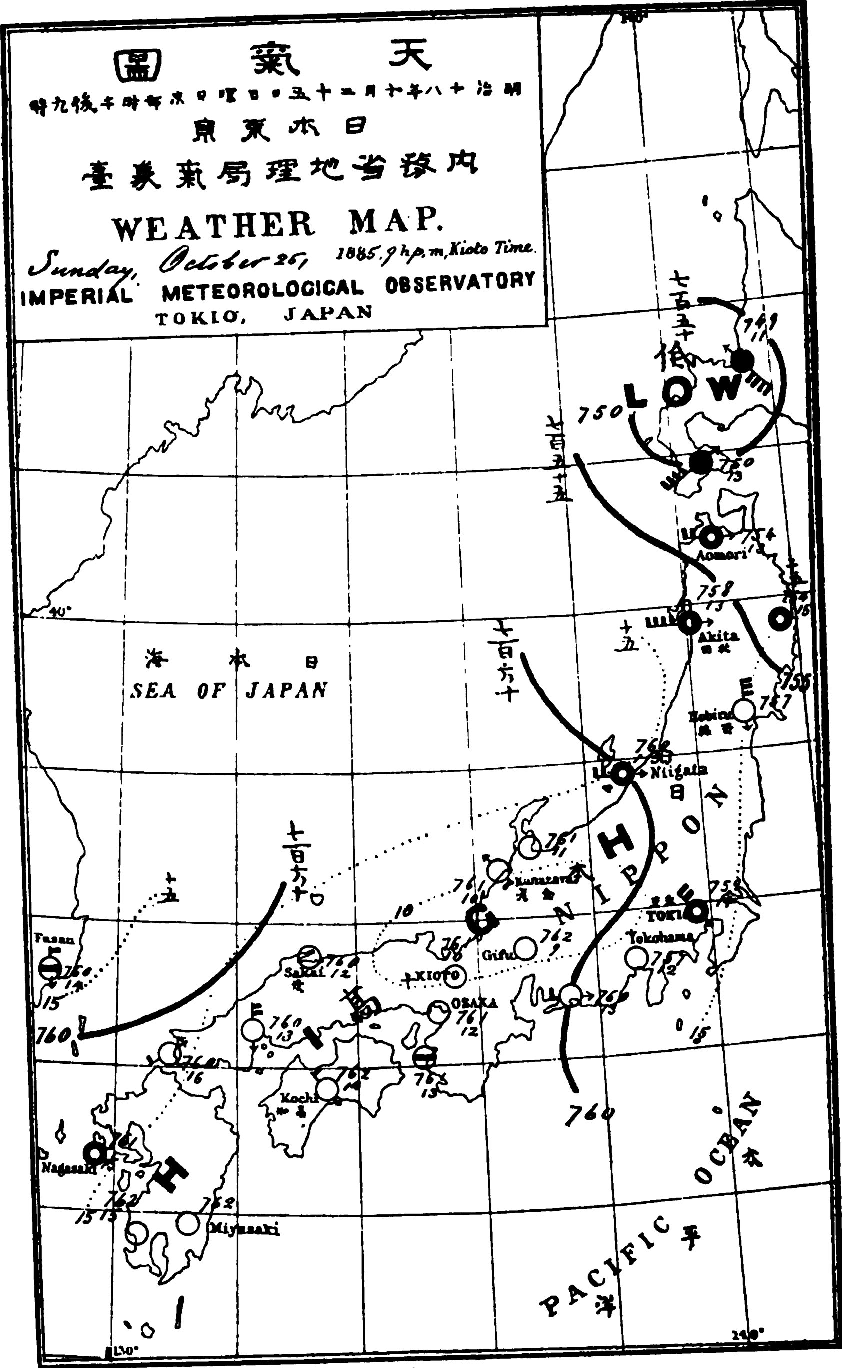

天氣圖
日本東京
內務省地理局氣象臺
WEATHER MAP.
Sunday, October 25, 1885, 9 h.p.m, Kioto Time.
IMPERIAL METEOROLOGICAL OBSERVATORY
TOKIO, JAPAN
LOW
HIGH
NIPPON
SEA OF JAPAN
日本海
PACIFIC OCEAN
太平洋
Aomori
Akita
Niigata
Kanazawa
Gifu
KIOTO
OSAKA
TOKIO
Yokohama
Sakai
Kochi
Nagasaki
Miyasaki
Fusan
750
760

Fig. 10.

des Systemes auf Grund der fortschreitenden Erfahrung Hauptzweck gewesen ist, und dass gerade die Verfolgung dieses Zweckes von unverkennbaren Erfolgen begleitet war. Es wäre zwar, das ist wohl nicht zu leugnen, vielleicht besser gewesen, die unsichere Grundlage, auf welcher man vor einigen Decennien die Wetterprognose aufbaute, zunächst durch Herbeischaffung und aufmerksame Durchmusterung eines reichhaltigen Beobachtungsmateriales, sowie durch umfassende und eingehende Untersuchungen, fester zu legen und zu verbreitern, bevor man den Telegraph in den Dienst der Meteorologie einwies, und zur allgemeinen unmittelbaren praktischen Verwerthung des Materiales überging: gewiss hätte manche sanguinische Hoffnung, welche man damals dem Publikum machte, und die nicht erfüllt wurde, erspart werden können. Allerdings so hätte es sein sollen, aber schon die Sammlung und vorbereitende Verarbeitung des Materiales erfordert einen so ausserordentlichen Aufwand an Arbeitskraft und die weiteren schwierigen und zeitraubenden Untersuchungen so unermüdliche Ausdauer, dass nur dann mit Aussicht auf einigen Erfolg gearbeitet werden kann, wenn ganze Institute sich ausschliesslich diesen Untersuchungen widmen, und welcher Staat sollte hierfür die Mittel bewilligen, wenn der praktische Erfolg nicht unmittelbar und mit aller Entschiedenheit zu Tage tritt? Wir müssen die Sachen nehmen, wie sie einmal liegen und mit den gegebenen Verhältnissen rechnen, so gut es eben angeht. Vorzüglich der imponirenden Thatsache, mit Hilfe des Telegraphen in wenigen Stunden nach der Beobachtung einen klaren Ueberblick über die Witterungsverhältnisse Europas zu erhalten, vom äussersten Westen der britischen Inseln bis weit hinaus ostwärts nach dem Innern Russlands, von der Polarregion südwärts nach der Südspitze Italiens oder der Nordküste Afrikas, dem grossartigen, ja kühnen Versuche, auf Grund dieser Uebersicht und der Erkenntniss der Aenderungstendenz der Wetterlage, im Voraus den wahrscheinlichen Verlauf der Witterung für irgend ein Gebiet zu bestimmen, haben wir es wohl hauptsächlich zu danken, dass zur Herbeischaffung des Materials und zur Verarbeitung desselben die nothwendigen Geldmittel von den Regierungen bewilligt wurden, die sonst jedenfalls noch lange ein pium desiderium geblieben wären. Dass aber auch unter diesen Verhältnissen in der That Erspriessliches geleistet werden kann, dafür geben die Einrichtungen und die erzielten Erfolge in den Vereinigten Staaten, wo die Regierung in Anbetracht der eminenten praktischen Wichtigkeit ein grossartiges System schuf

und mit ausserordentlichen Mitteln ausstattete, gegen welches jedes System der alten Welt weit zurücksteht, ein unzweifelhaftes Zeugniss ab, und auch die Erfahrungen, welche man in den europäischen Staaten in der ausübenden Witterungskunde gesammelt, die Fortschritte, welche man in der Erkenntniss der den Witterungserscheinungen zu Grunde liegenden Gesetze gemacht hat, und die Erfolge, welche in der praktischen Anwendung dieser Erkenntnisse im Interesse der Seefahrt, Fischerei und Landwirthschaft zu verzeichnen sind, sind nicht so unbedeutend, dass man mit Geringschätzung auf dieselben herabsehen könnte, wenn auch immerhin zugegeben werden muss, dass diese Fortschritte nur langsam stattfanden und in keinem ganz richtigen Verhältnisse zu dem täglichen Aufwande an Geld und Arbeitskraft und zur Wichtigkeit der praktischen Witterungskunde stehen. Ausserdem weisen wir auf die grossen Fortschritte in der Zunahme des systematisch und gleichförmig bearbeiteten und veröffentlichten, leicht discutirbaren Materials hin, welches wir hauptsächlich nur dem Aufschwunge der Wettertelegraphie zu danken haben.

Wir halten es für unsere Pflicht, auf dem einmal eingeschlagenen Wege unverdrossen weiter zu gehen, das uns durch den Telegraph gebotene Material so gut wie möglich für die Praxis zu verwerthen und unser Hauptaugenmerk unablässig darauf zu legen, die Grundlagen der Wettertelegraphie zu verbessern.

II. Grundlage der ausübenden Witterungskunde.

1) Klimatische Constanten.

Die wissenschaftliche Grundlage, worauf die ausübende Witterungskunde beruht, besteht zunächst in der Erkenntniss der durchschnittlichen Grösse und Beschaffenheit aller meteorologischen Elemente, die wir mit dem Gesammtnamen „klimatische Constanten" zusammenfassen. Diese beziehen sich auf Lufttemperatur, Luftdruck, Wind, Feuchtigkeit der Luft und Niederschläge, und indem diese aus langjährigen Beobachtungsreihen für die verschiedenen Tages- und Jahreszeiten abgeleitet werden, ergiebt sich hieraus der normale Gang dieser Elemente in der täglichen und jährlichen Periode.

Allein dieser normale Gang ist ausserordentlich vielen unregelmässigen Schwankungen unterworfen, deren Grenzen zwischen den grössten und kleinsten Werthen meist weit voneinander abliegen, und diese unregelmässigen Aenderungen der meteorologischen Elemente oder ihre Abweichungen von den durchschnittlichen Verhältnissen in jedem einzelnen Falle hinsichtlich des causalen Zusammenhanges richtig zu beurtheilen und hieraus begründete Schlüsse für den wahrscheinlichen Verlauf der Witterungserscheinungen zu ziehen, ist die Hauptaufgabe der ausübenden Witterungskunde.

Wer sich mit der Pflege der ausübenden Witterungskunde beschäftigen will, hat vor Allem nothwendig, sich einen klaren Ueberblick über die normalen atmosphärischen Zustände zu verschaffen, namentlich über die durchschnittliche Vertheilung von Temperatur und Luftdruck, Wind und Feuchtigkeit; hieran schliesst sich die Kenntniss der Wechselwirkung der einzelnen Elemente, der grossen atmosphärischen Bewegungen und der Witterungsphänomene, welche sich in denselben abspielen.

Dementsprechend werde ich zunächst die vorhin genannten meteorologischen Elemente der Reihe nach und ihre Wechselwirkungen besprechen, wobei ich mich indessen auf eine möglichst kurz gedrängte Darstellung beschränke, weil einerseits dieser Gegenstand in mehreren Lehrbüchern eingehend und vortrefflich behandelt wurde [37]) und anderseits eine nur annähernd vollständige Behandlung die diesem Handbuche gesetzten Grenzen überschreiten würde.

Um desto ausführlicher werde ich die Beziehungen der allgemeinen Wetterlage zu dem Witterungscharakter in unseren Gegenden, sowie das Verhalten der barometrischen Maxima und Minima, die unsere Witterungsphänomene beherrschen, besprechen, und versuchen, hieraus praktische Regeln für die allgemeine und locale Wetterprognose abzuleiten.

a) Die Temperatur der Luft.

Die Hauptwärmequelle ist die Sonne, welche das Leben und die Bewegung auf unserem Erdball erzeugt und erhält. Wäre unsere Erdoberfläche vollständig homogen und ohne Lufthülle, so würde die Erwärmung allein der geographischen Breite proportional sein [38]). Die Intensität und Menge der Sonnenstrahlung ist für eine gegebene horizontale Stelle der Erdoberfläche abhängig von der Höhe der Sonne und von der Dauer der Bestrahlung, so zwar, dass diese

proportional ist dem Sinus der Sonnenhöhe. Würde die Sonne sich stets im Aequator befinden, also Tag und Nacht auf der ganzen Erdoberfläche gleich sein, wie bei den Aequinoctien, so würde die Sonnenwirkung mit der geographischen Breite in einem sehr einfachen Verhältnisse stehen, welches durch den Cosinus der Breite ausgedrückt wird. Nun aber entfernt sich der Stand der Sonne in der jährlichen Periode in unserem Winter um $23\frac{1}{2}{}^0$ südlich, im Sommer um ebenso viel nördlich vom Aequator, und hierdurch wird für jeden Ort der Erdoberfläche eine stetige periodische Aenderung der Tageslänge, also der Bestrahlungsdauer, sowie eine ebensolche

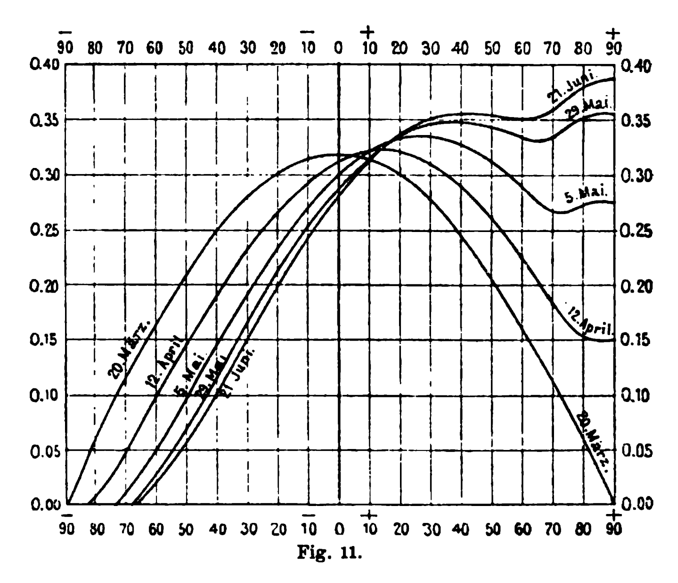


Fig. 11.

Aenderung in der Sonnenhöhe, also der Strahlungsintensität bedingt; hierdurch wird das Gesetz der Bestrahlung sehr verwickelt. Die obenstehende Figur, einer Abhandlung über diesen Gegenstand von Wiener entnommen[39]), illustrirt die Bestrahlungsverhältnisse in den verschiedenen geographischen Breiten vom Frühlingsäquinoctium bis zum Sommersolstitium.

Nach dieser Darstellung fällt ein Maximum der Bestrahlung am 21. Juni auf den Nordpol, ein zweites kleineres auf 43° Breite, so dass beide Maxima bei 62° durch ein kleines Minimum geschieden sind; nach Süden hin nimmt die Bestrahlung beständig ab und wird bei 66° südlicher Breite gleich Null. Schon am Schlusse des Maimonates ist die Strahlungsmenge am Nordpole grösser, als am Aequator.

In unserem Winter ist die Erde in der grössten Sonnennähe, im Sommer in der grössten Sonnenferne, während die Intensität der Sonnenstrahlung dem Quadrate der Entfernung umgekehrt proportional ist. Aber in demselben Maasse wächst mit der Annäherung an die Sonne die Winkelgeschwindigkeit der Erde, so dass unser Sommer 7 Tage länger dauert, als derjenige der südlichen Hemisphäre (186 Tage gegen 179 Tage), wodurch eine vollständige Compensation in der Bestrahlungsmenge zwischen 2 Punkten in gleicher nördlicher und südlicher Breite bedingt wird. Da dementsprechend im südhemisphärischen Sommer die Erwärmung intensiver ist, und im Winter die Ausstrahlung länger anhält als in der nördlichen Hemisphäre, so ergiebt sich ein excessiveres solares Klima für die südliche Hemisphäre.

Durch das Dazwischentreten der Atmosphäre wird die Wirkung der Sonnenstrahlung durch Absorption geschwächt und die extreme Erwärmung der Erdoberfläche verhindert. Diese Schwächung der Sonnenstrahlen ist, abgesehen von dem Einfallswinkel, um so grösser, je grösser der Weg ist, den die Sonnenstrahlen durch die Atmosphäre, welche wir als vollständig wolkenlos annehmen, zurückzulegen haben.

Nach Hann beträgt die Dicke der atmosphärischen Schichten, welche die Strahlen bei verschiedenen Sonnenhöhen durchlaufen müssen, wenn die Höhe der Atmosphäre = 1 gesetzt wird, sowie die durchgelassene Strahlenmenge (für den Absorptionscoefficient 0,75):

Sonnenhöhe:	0°	5°	10°	20°	30°	50°	70°	90°
Dicke der Atmosphäre:	35,5	10,2	5,36	2,90	1,90	1,31	1,06	1,00
Durchgel. Strahlenmenge:	0,000	0,053	0,202	0,434	0,564	0,687	0,736	0,750.

Diese Wärmewirkungen der Sonne, welche alle Wärmeerscheinungen auf der Erdoberfläche bedingen und die Grundlage bilden für die Vertheilung der Lufttemperatur, werden in der Wirklichkeit durch mannigfache Umstände modificirt, hauptsächlich durch die ungleiche Vertheilung von Land und Meer, wodurch die herrschenden Luft- und Meeresströme, die räumlich und zeitlich wechselnde Heiterkeit des Himmels bedingt werden, sowie durch die verschiedene Erhebung der Erdoberfläche.

Die Sonnenstrahlen, welche die Erdoberfläche erreichen, bewirken eine Temperaturerhöhung, deren Grösse von der Natur der Gegenstände abhängt, womit jene in Berührung kommen. Einige Körper werden rascher, andere langsamer erwärmt. Von grosser

Bedeutung in dieser Beziehung erscheint der Gegensatz von Land und Meer. Das Wasser besitzt von allen Körpern die grösste Wärmecapacität, d. h. braucht die grösste Wärmemenge, um eine bestimmte Temperaturerhöhung zu erreichen. Werden gleich grosse Flächen von Meer und Festland gleichen Wärmewirkungen ausgesetzt, so ist die dadurch erhaltene Erhöhung der Temperatur beim Festlande fast 2mal so gross, als beim Meere. Dazu kommt noch, dass die Wärmestrahlen der Sonne theils von der Oberfläche des Wassers reflectirt, theils zur Verdunstung verbraucht werden, so dass ein nicht geringer Theil der zugestrahlten Wärme verloren geht, während der feste Erdboden fast sämmtliche Strahlen in sich aufnimmt. Ferner beschränkt sich beim Festlande die Erwärmung nur auf die Oberfläche, wogegen beim Meere die Wärmestrahlen in die Tiefe eindringen und so eine dickere Schichte erwärmen.

Der Zufuhr der Wärme durch Einstrahlung steht gegenüber der Wärmeverlust durch Ausstrahlung, indem alle Körper der Erdoberfläche ihre Wärme in den Weltenraum abgeben. Die Wärmeausstrahlung hängt einerseits von der Himmelsbeschaffenheit, von der Bewölkung und andererseits von der Beschaffenheit der Erdoberfläche ab. Heiterer Himmel und trockene Luft sind der Ausstrahlung am günstigsten, dagegen Wolken- und Nebelbildung verlangsamen die Ausstrahlung, indem diese fast alle Wärme an der Erde zurückhalten.

Ebenso wie bei der Erwärmung zeigen Wasser und Festland ein sehr verschiedenes Verhalten zur Ausstrahlung. Bei sonst gleicher Beschaffenheit der darüber ruhenden Luft erkaltet das Wasser viel langsamer als das Land, wozu noch kommt, dass der Wärmeverlust an der Wasseroberfläche durch die Wärme der unteren Schichten wieder theilweise ersetzt wird, während beim Festlande, abgesehen von der Wärmeleitung, kein Ersatz für den Wärmeverlust der Oberfläche geboten wird.

Ueber dem Meere ist die Bewölkung durchschnittlich viel grösser als auf dem Festlande, und daher eine geringere Ein- und Ausstrahlung auf dem Meere, als auf dem Continente.

Die Erwärmung, welche die Erdoberfläche durch die Einstrahlung erhalten hat, theilt sich den ihr unmittelbar aufliegenden Luftschichten mit, theils direkt durch Leitung, theils durch Strahlung, welche Wärme von den untersten Schichten resorbirt wird; da sich diese Wärme nur successive von Schicht zu Schicht weiter ausbreiten kann, so finden wir in der Regel die untersten Luft-

schichten am meisten durchwärmt, so dass in unserer Atmosphäre, im umgekehrten Verhältnisse zur Intensität der Insolation, die Wärme mit der Höhe abnimmt. Die Kenntniss der vertikalen Wärmevertheilung ist für die Zwecke der ausübenden Witterungskunde, wie wir bereits oben bemerkten, von hervorragender Wichtigkeit, so dass wir uns etwas eingehender mit diesem Gegenstande beschäftigen müssen [40]).

Die Wärmeabnahme mit der Höhe beträgt für die Tropen im Jahresmittel nach Hann 0,58° C. für je 100^m, für die aussertropischen Gegenden bis zum 60.° nördlicher Breite übereinstimmend 0,57° C. Unter Berücksichtigung der örtlichen Besonderheiten zeigen sich Schwankungen von 0,5° bis 0,8°, welche jedoch von der geographischen Breite kein Abhängigkeitsverhältniss zeigen.

Plateauartige Erhebungen oder allmählich aufsteigende, weniger hohe Gebirge, sowie allgemein aufsteigende Continente zeigen eine viel geringere Temperaturabnahme mit der Höhe, als isolirte Bergkegel, und es dürfte der Unterschied in dieser Beziehung etwa 0,2 bis 0,3° für je 100^m betragen.

In den aussertropischen Gegenden ist die vertikale Wärmeabnahme im Sommer grösser als im Winter, und zwar nimmt dieser Unterschied, wie es scheint, zu mit der geographischen Breite und der continentalen Lage. Nach Hann geben für das mittlere Europa der Harz, das Erzgebirge und die Alpen sehr übereinstimmend folgende Zahlen (Wärmeabnahme für je 100^m, vergl. auch oben):

Winter 0,45°, Frühling 0,67°, Sommer 0,70°, Herbst 0,53°, Jahr 0,59°, Mt Washington 44,3° N. B. 1916^m Seehöhe: Winter 0,43°, Sommer 0,62°, Pikes Peak 38,8° N., 4313^m gegen Colorado Springs 1830^m: Winter 0,54°, Frühling und Sommer 0,70°; Kaukasus, Winter 0,32°, Sommer 0,58°; hingegen Christiania für die 5 Wintermonate kaum 0,18°, für die 5 Sommermonate 0,88°.

In den Tropen wächst die vertikale Temperaturabnahme während der Regenzeit; dagegen ist dieselbe kleiner an der Regenseite, als an der trockenen Seite der Gebirge, eine Erscheinung, die auch bei den ektropischen Gebirgen in geringerem Maasse ausgeprägt ist.

Ebenso wie die Erwärmung des Erdbodens sich den unmittelbar aufliegenden Luftschichten mittheilt, und sich langsam nach oben hin ausbreitet, so geht auch die durch die nächtliche Ausstrahlung hervorgerufene Erkaltung auf die dem Boden zunächst liegenden Luftschichten über, jedoch erfolgt diese Abkühlung nach oben hin,

Windstille vorausgesetzt, ausserordentlich langsam, da die schwereren kälteren Schichten am Boden stagniren und durch Berührung nur eine sehr langsame Fortleitung der Abkühlung nach oben hin vor sich gehen kann, so dass die oberen Luftschichten nur geringe Wärmemengen verlieren. Hiermit im Zusammenhange steht die Erscheinung, dass bei windstiller, klarer und kalter Witterung die Thäler kälter sind, als die Kuppen und Abhänge der sie umschliessenden Gebirge, und ebenso in der freien Atmosphäre, dass die Temperatur mit der Höhe nicht ab-, sondern zunimmt, insbesondere bei Vorhandensein einer Schneedecke. Diese anomale Wärmezunahme mit der Höhe ist in den untersten Schichten am grössten, und nimmt weiter nach oben hin rasch ab, so dass beispielsweise schon bei grösseren Bäumen von etwa 6^m Höhe die Temperaturdifferenzen zwischen Krone und Boden leicht 2^0 überschreiten können, und also bei Nachtfrösten die unteren Zweige erfrieren können, während die Kronen verschont bleiben.

Besonders häufig ist die Zunahme der Temperatur mit der Höhe in der Umgebung der Gebirgsthäler in den Wintermonaten, so dass zu dieser Zeit die mittleren Temperaturminima in den Thälern tiefer liegen, als in den höheren freien Lagen. Die Winterkälte bildet sich während der langen Winternächte durch Ausstrahlung in den geschützten Thälern, namentlich über schneebedecktem Boden aus, wohin auch die an den Abhängen durch Ausstrahlung erkalteten Luftmassen abfliessen, und breitet sich dann sehr langsam nach oben hin aus. Die an den Abhängen abgeflossene Luft wird durch wärmere Luftmassen aus der Höhe ersetzt, die beim Uebergange in einen höheren Luftdruck noch mehr erwärmt werden. Auf diese Weise ist es leicht erklärlich, dass dieser Zustand längere Zeit hindurch fortdauern kann: nämlich in den Thälern eisige Winterkälte, in der Höhe auffallend mildes Wetter. In Kärnten ist dieser eigenthümliche Zustand sprichwörtlich geworden:

„Steigt man im Winter um einen Stock,
So wird es wärmer um einen Rock.“

Diese Erscheinung wird in der Regel begleitet durch eine mächtige der Thalsohle aufliegende Nebelschicht, während die Luft in der Höhe heiter und trocken ist.

Diese Verhältnisse waren im December 1879 und Januar 1880, ebenso im Januar und Februar 1881 maassgebend, als über Mitteleuropa langandauernde barometrische Maxima mit ungewöhnlich strenger Kälte lagerten, und sich im ganzen Alpengebiete und

sogar im deutschen Mittelgebirge die Wärmezunahme mit der Höhe in auffallender Weise zeigte. Ich gebe einige Daten nach Hann für diese denkwürdige Epoche wieder.

Mittlere Temperatur des December 1879 in Kärnten*)

Seehöhe	450m	580m	830m	1200m	2040m
Temperatur	— 13,3°	— 10,4°	— 8,8°	— 6,9°	— 9,4°
Minimum	— 25,6°	— 21,1°	— 19,3°	— 18,5°	— 24,4°.

Am grössten war die Wärmezunahme mit der Höhe vom 16. bis 28. December, als der Kern des barometrischen Maximums über den Alpen selbst lag. Die mittlere Temperatur für diese Tage betrug:

	Seehöhe	7h a. m.	2h p. m.	9h p. m.	Mittel	Mittl. Bew.
Klagenfurt	440	— 19,1	— 13,0	— 16,4	— 16,2	3,2
Obirgipfel	2040	— 5,9	— 1,2	— 5,5	— 4,5	1,7
Ischl	476	— 13,7	— 7,3	— 13,0	— 11,8	1,6
Schafberg	1776	— 0,1	0,6	— 1,3	— 0,5	0,7.

Um 7^h a. m. sind die Unterschiede am grössten, welcher Umstand darauf hinweist, dass die ganze Erscheinung mit der Wärmeausstrahlung und dem Herabsinken der kalten Luft in die Thäler in engstem Zusammenhange steht.

In derselben Kälteepoche vom 20. bis 28. December 1879 ergaben sich um 6^h a. m. für

	Höhe	Temperat.	rel. Feuchtigk.	Bewölkung.
Clermont	390	— 13,2°	91	7%
Puy de Dôme	1470	3,8°	38	13%.

Eine umfassende Erklärung dieser eigenthümlichen Thatsachen giebt Hann in seiner Klimatologie (pag. 163 ff.), auf welche ich hier verweise.

Ich glaubte diese Erscheinungen nicht stillschweigend übergehen zu dürfen, da durch sie manche Witterungsvorgänge, insbesondere im Winter, recht gut erklärt werden können.

Durch die Strahlungswirkung der Sonne wird eine tägliche und jährliche Periode der Lufttemperatur für jeden Ort der Erdoberfläche bedingt. Die tägliche Periode hängt unmittelbar mit der

---

*) Im December 1879 betrug die mittlere Monatstemperatur in Frankreich: in der Ebene (388m) — 7,0°, auf dem Gipfel des Puy de Dôme (1467m) — 3,0°, auf dem Pic du midi (2366m) — 5,6°, in Barcelonette (1113m) — 6,5°; in der Schweiz waren die Abweichungen von den Normalwerthen ungefähr folgende: 1) unter 500m Seehöhe = — 7,0°, 2) 500—1000m = — 5,9°, 3) über 1000m = — 2,7°.

Sonnenstrahlung zusammen, was schon daraus hervorgeht, dass sie durch die Bewölkung oder durch Nebel mehr oder weniger abgeschwächt wird und in den Polarwintern völlig verschwindet.

Ueber den täglichen Gang der Temperatur giebt Wild[41]) eine Reihe von Sätzen, die wir der Hauptsache nach hier wiedergeben wollen:

„1) Die Amplitude der täglichen Temperaturperiode hängt wesentlich von der Natur der Unterlage ab: bei ganz wässeriger Unterlage ist sie am kleinsten, bei trockener, fester am grössten. Die kleinste mittlere Amplitude, beobachtet auf dem Ocean, beträgt 1—2° C., die grösste, in Sandwüsten notirte, erreicht 17° C.

2) Die Eintrittszeit des Maximums der Temperatur bei ihrer täglichen Periode hängt ausser von der Culminationszeit der Sonne und der Jahreszeit ebenfalls wesentlich von der Unterlage ab. Das Maximum tritt unter übrigens gleichen Umständen am frühesten bei rein wässeriger Unterlage ein, am spätesten bei trockener und fester. Auf dem Ocean und an den Küsten fällt die grösste Tagestemperatur auf die Zeit zwischen Mittag und 1 Uhr Nachmittags (im Sommer wenig früher als im Winter), im Innern des Continentes und insbesondere in den Sandwüsten auf die Zeiten zwischen 2 und 3 Uhr Nachmittags (hier im Sommer durchweg später als im Winter).

3. Die Eintrittszeiten des Minimums der Lufttemperatur bei ihrer täglichen Periode hängt ausser von der Zeit des Sonnenaufganges und der Jahreszeit ebenfalls von der Unterlage ab. Das Minimum tritt nämlich bei rein wässeriger Unterlage, auf dem Ocean, durchweg einige Zeit (2 Stunden) vor Sonnenaufgang ein, bei fester trockener Unterlage, im Inneren des Continentes und besonders in den Sandwüsten, dagegen fast genau um Sonnenaufgang oder wenig (15 Minuten) danach. In den Wintermonaten erscheint ferner mit Rücksicht auf diese Regel der Eintritt des Minimums, gegenüber seiner relativen Eintrittszeit zum Sonnenaufgang im Sommer, stets verfrüht, so dass er selbst bei den continental gelegenen Orten im Winter vor Sonnenaufgang eintritt.

4) Die Amplitude der täglichen Oscillation der Temperatur und die Eintrittszeiten des Maximums und Minimums hängen in ähnlicher Weise wie von der Unterlage, so auch von der Erhebung über dem Boden ab. Wie beim Uebergang von Land zum Meer, so nimmt bei der Erhebung vom Boden in die höheren Schichten der Atmosphäre die Amplitude ab, das Maximum rückt gegen die

Culminationszeit der Sonne hin und das Minimum scheint (noch unsicher) sich von Sonnenaufgang gegen Mitternacht hin zu entfernen.

5) Die Amplitude der täglichen Oscillation hängt ferner, unter übrigens gleichen Umständen von der geographischen Breite des Beobachtungsortes ab, indem sie in höherer Breite geringer erscheint, als in niedriger. Doch tritt dieser Einfluss gegen den der vorigen Faktoren sehr zurück.

6) Die Amplitude der täglichen Temperatur-Oscillation richtet sich in den verschiedenen Monaten des Jahres, unter übrigens gleichen Umständen, wesentlich nach der Tageslänge resp. der Zeit, wo die Sonne über dem Horizonte steht.

7) Die Amplitude der täglichen Temperatur-Oscillation wird sehr stark vom Grade der Bewölkung beeinflusst. Lamont hat für München, E. Quetelet für Brüssel, Rykatschew für St. Petersburg gezeigt, dass die Amplitude an heiteren Tagen viel grösser ist als an trüben. Dieser Einfluss ist ein so bedeutender, dass er den vorigen der Tageslänge bei grosser Verschiedenheit der Bewölkungsgrade in verschiedenen Monaten überwiegen kann.

8) Die Eintrittszeit des vormittägigen Mediums der Temperatur bei ihrer täglichen Oscillation hängt ausser vom Sonnenaufgang auch von der Unterlage ab. Im Laufe des Jahres nämlich nimmt sie mit dem Sonnenaufgange ab und zu, doch beträgt ihre Veränderung blos $^1/_3$ bis $^1/_2$ der jährlichen Schwankung im Sonnenaufgang. — Bei wässeriger Unterlage schwankt die Eintrittszeit dieses Mediums um ungefähr 8 Uhr Vormittags, während der mittlere Eintritt desselben bei trockener fester Grundlage nahe eine Stunde später erfolgt.

9) Die Eintrittszeit des nachmittägigen Mediums erfolgt ebenfalls bei wässeriger Unterlage ungefähr eine Stunde früher, als bei trockener, fester, im Uebrigen aber variirt sie im Laufe des Jahres viel weniger, als die des vormittägigen Mediums. Das nachmittägige Medium tritt daher im Allgemeinen im Winter lange (bis 4^h und mehr) nach Sonnenuntergang, im Sommer nahe bei Sonnenuntergang und bei maritimer Lage des Ortes auch ziemlich (bei 1^h) vor Sonnenuntergang ein.

10) Der Abstand des vormittägigen Mediums von dem Maximum ist im Mittel des Jahres bei wässeriger Unterlage kleiner, bei fester und trockener aber grösser, als der Abstand des Maximums vom nachmittägigen Medium oder es fällt mit anderen Worten

die Curve des täglichen Ganges vom Maximum aus bei rein maritimer Lage des Ortes am Vormittage, bei rein continentaler am Nachmittage rascher ab. Orte, deren Lage zwischen diese Extreme fällt, zeigen im Winter das erstere, im Sommer das letztere Verhalten.

11) Bei Orten mit rein maritimer Lage ist die Zu- und Abnahme der Temperatur in der täglichen Periode eine sehr stetige, oder mit anderen Worten: die Form der die letztere darstellenden Curve ist eine ganz continuirliche und schwach gekrümmte. Für continental gelegene Orte dagegen nimmt die Temperatur vom nachmittägigen Medium bis zum Minimum fast genau proportional der Zeit, also nahezu nach einer Geraden ab, um dann von da ab mit Aufgang der Sonne sehr rasch wieder anzusteigen, was namentlich in den Sommermonaten ein fast plötzliches Umbiegen der Curve um 90° und mehr zur Folge hat.

12) Wie auf die Amplitude, so hat auch auf die Eintrittszeiten des Minimums, Maximums und der Medien der Temperatur bei ihrer täglichen Oscillation der Bewölkungsgrad einen erheblichen Einfluss. An heiteren Tagen tritt das Minimum $^1/_2$ bis 1 Stunde früher, das Maximum aber um 2—3 Stunden später ein, als an bedeckten Tagen. Dies bedingt theilweise, aber nicht allein die Veränderung in der Eintrittszeit der Maxima in den verschiedenen Monaten des Jahres an ein und demselben Orte."

Der Gang der Temperatur in der jährlichen Periode sowie die Jahrestemperaturen, welche aus den Mitteltemperaturen aller Tage, beziehungsweise aller Monate gewonnen werden, sind denselben Einflüssen unterworfen, wie die Temperatur in der täglichen Periode. Die Eintrittszeiten der Extreme fallen nicht zusammen mit der grössten und tiefsten Meridianhöhe der Sonne. Für die nördlichere kalte und gemässigte Zone fällt das Temperaturmaximum in den Juli, das Minimum in den Januar, auf der südlichen Hemisphäre sind die umgekehrten Verhältnisse massgebend. Daher unterscheidet man in der nördlichen gemässigten Zone 4 meteorologische Jahreszeiten, die folgendermassen abgegrenzt werden: Winter = December, Januar, Februar; Frühling = März, April, Mai; Sommer = Juni, Juli, August; Herbst = September, October, November. Für die südliche Hemisphäre ist Winter mit Sommer, und Frühling mit Herbst zu vertauschen. Am Aequator sind im Zusammenhang mit der geringen Schwankung der Tageslängen die Wärmeschwankungen in der Jahrescurve sehr gering und, entsprechend dem

höchsten Stande der Sonne in den beiden Aequinoctien und dem niedrigsten in den beiden Solstitien, sind die heissesten Monate diejenigen des Frühlings und Herbstes, dagegen die Monate, die in den übrigen Zonen dem Sommer und Winter entsprechen, die kältesten.

Die jährliche Amplitude der Temperatur, ist, wie gesagt, am Aequator gering und wächst im Allgemeinen mit der geographischen Breite oder der Grösse der Veränderlichkeit der Tageslänge: am Aequator erreicht die Temperatur durchschnittlich im April 27,4° C. und fällt im Juli bis auf 26,0°, so dass die Amplitude nur 1,4° beträgt; unter dem Wendekreise des Krebses steht der tiefsten durchschnittlichen Monatstemperatur im Januar 19°, die höchste im Juli 27° gegenüber, so dass die jährliche Amplitude den Werth von 8° hat; die Januartemperatur am Nordpole beträgt ungefähr — 32,5, die höchste im Juli etwa — 0,7°, woraus eine Amplitude von ca. 31,8° resultirt.

Diese Verhältnisse sind massgebend, wenn wir die Durchschnittstemperaturen ganzer Parallelkreise in Betracht ziehen, andererseits aber nimmt die Amplitude von der Küste nach dem Binnenland hin zu, ein Umstand, welcher der ungleichen Erwärmung im Sommer und Ausstrahlung im Winter, der ungleichen Bewölkung und Regenwahrscheinlichkeit an der Küste und im Binnenlande zuzuschreiben ist. Nach Mohn beträgt die Amplitude auf einer vom atlantischen Ocean quer durch Europa und das grosse asiatische Festland gezogenen Linie:

Thorshavn (Faröern)	9°	Barnaul (W-Sibirien)	40°
Udsire (norweg. W-Küste)	13°	Irkutsk (E-Sibirien)	40°
Christiania	22°	Nikolajewsk (Amur)	39°
St. Petersburg	26°	Hakodadi (Japan)	24°.
Kasan (östl. Russland)	33°		

Eine sehr klare Uebersicht über den Gang der Temperatur in der täglichen und jährlichen Periode giebt die unten stehende graphische Darstellung, deren Idee, soweit sich dieselbe auf die Anwendung in der Meteorologie bezieht, von Lalanne herrührt[42]). In diesen Figuren bezeichnen die verticalen Linien die Monate, die horizontalen die einzelnen Tagesstunden von Mitternacht zu Mitternacht, während die punktirte Curve die Zeit des Sonnenaufganges und Sonnenunterganges darstellt. Die eingezeichneten krummen Linien — Chrono-Isothermen[43]) — verbinden die Stunden gleicher Wärme.

In unseren Figuren sind die Wärmeverhältnisse für München

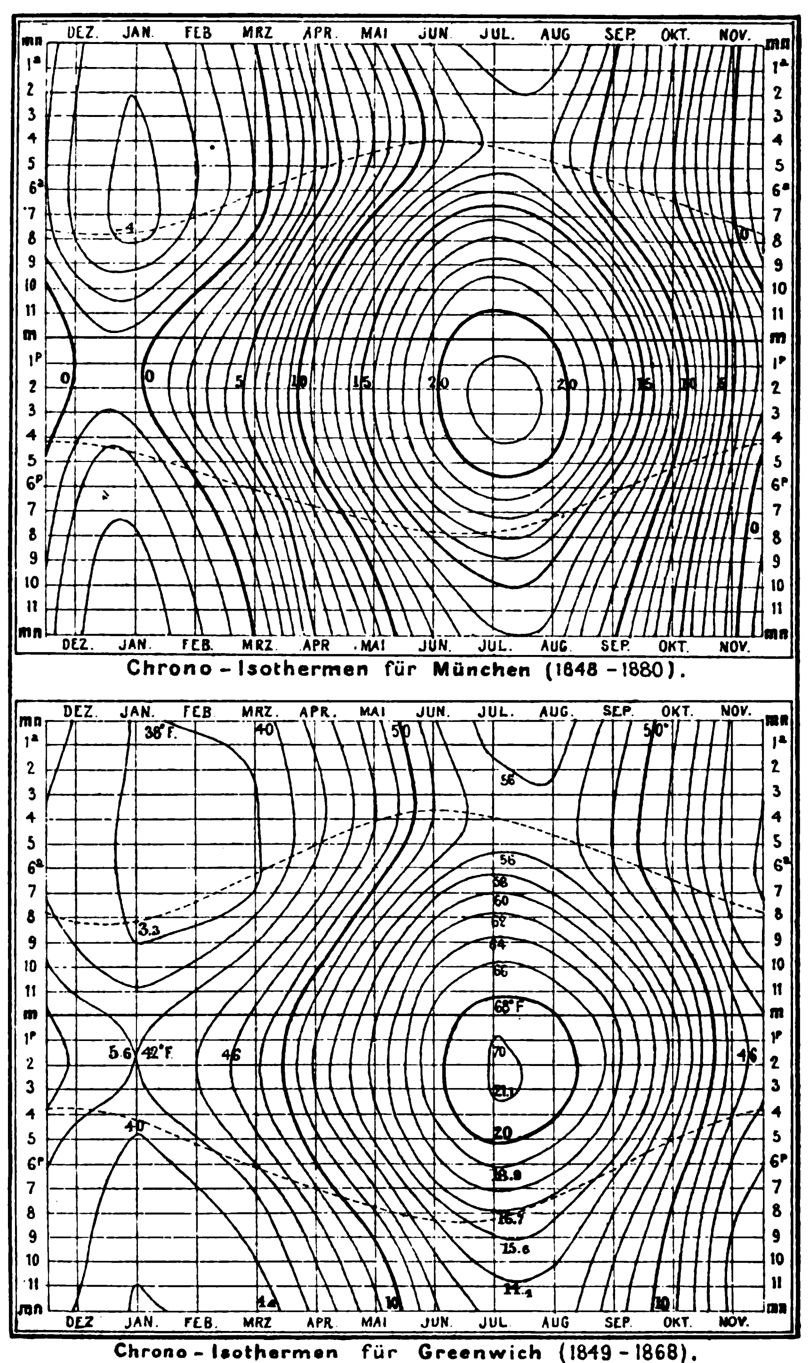

DEZ. JAN. FEB. MRZ. APR. MAI JUN. JUL. AUG. SEP. OKT. NOV.
Chrono-Isothermen für München (1848-1880).
Chrono-Isothermen für Greenwich (1849-1868).

Fig. 12a und b.

und Greenwich zur Darstellung gebracht[44]), und stellen also Repräsentanten des See- und Continentalklimas vor. Für Greenwich wurden die Fahrenheit'schen Temperaturgrade beibehalten, so dass die Temperaturdifferenzen zwischen je zwei auf einander folgenden Curven in beiden Figuren zwar nicht vollkommen gleich sind, indessen beträgt dieser Unterschied jedesmal nahezu nur $^1/_{10}$ ° C., während die stärkeren Curven für 0, 10 und 20° in beiden Figuren genau vergleichbar sind.

Verschiebt man die äusserste linke Linie mn—m—mn, die dem 1. December entspricht, nach rechts, so geben ihre Schnittpunkte mit den Curven nacheinander den durchschnittlichen Verlauf der täglichen Periode der Temperatur an allen Tagen des Jahres an, während ebenso die Verschiebung der obersten horizontalen Linie die jährliche Periode für alle Stunden des Tages kennzeichnet.

Das aufmerksame Studium dieser beiden Figuren zeigt manche interessante Thatsachen, vor allem aber den bemerkenswerthen Umstand, dass in diesem Falle der Gang der Temperatur des Seeklimas eine auffallend grosse Aehnlichkeit mit derjenigen des Continentalklimas hat. Die jährliche Amplitude beträgt in Greenwich 18°, in München 25°.

Im Sommer sind an beiden Stationen die Maxima der Temperatur nahezu gleich und fallen in der täglichen Periode in Greenwich zwischen 1 und 3, in München zwischen 1 und 4 Uhr Nachmittags, die Minima in Greenwich zwischen 3 und 5, in München zwischen 2 und 5 Uhr Morgens, während die täglichen Amplituden fast gleich sind. Im Winter sind die täglichen Schwankungen der Temperatur an beiden Stationen gering und erreichen in Greenwich kaum 3, in München kaum 4°. Das Minimum findet an beiden Stationen vor Sonnenaufgang statt. Zur Zeit der Aequinoctien betragen die Schwankungen in Greenwich 6—7, in München 8—9°. Wir müssen es dem Leser überlassen, aus den Figuren noch weitere Schlüsse zu ziehen.

Für die Zwecke der ausübenden Witterungskunde ist, um ein richtiges Bild von dem augenblicklichen Witterungszustande eines Ortes und eines Landes zu erhalten, erforderlich, die jeweilige Lufttemperatur, wie sie durch die Wetterdepeschen mitgetheilt wird, mit derjenigen zu vergleichen, welche in anderen Jahren zu derselben Jahreszeit geherrscht hat[45]). Hierzu ist es nothwendig, die Mittelwerthe für die Einzeltage und die Stunden zu kennen, auf welche sich die Beobachtungen beziehen. Allein die Mittelwerthe von

einzelnen Tagen zeigen selbst bei 100jährigen Beobachtungsreihen einen unregelmässigen Gang, und sind auch von sehr wenigen Orten berechnet, kürzere Beobachtungsreihen sind für fünf oder zehntägige, noch kürzere für Monatsmittel anwendbar. Der von der Seewarte eingeschlagene Weg zur Ermittelung der Mittel-



Fig. 13.

temperaturen für jeden Tag zur Zeit der Morgenbeobachtung war nun folgender: Zunächst wurden für den Zeitraum 1848—1872 die Monatsmittel für die einzelnen Stationen berechnet und in ein Coordinatennetz eingetragen und die so erhaltene Curve zur Ermittelung des normalen jährlichen Ganges der Temperatur benutzt. Hierdurch wurden die noch in den Mitteln vorhandenen Störungen in gleichmässiger Weise in der Zeit vertheilt und es blieben die nach-

einander folgenden Tage mit nahezu denselben geringen Fehlern behaftet, also unter sich möglichst vergleichbar.

An den Curven wurden die Werthe für die Einzeltage direkt abgelesen und hieran eigens berechnete Reductionsgrössen angebracht, wodurch man die normale Temperatur um 8 Uhr Morgens



Fig. 14.

erhielt. Die normalen Monatsmittel der Temperatur für 8^h a. m. lassen wir nachstehend für die deutschen Stationen folgen (siehe folgende Seite).

Was die Vertheilung der Lufttemperatur über die Erdoberfläche betrifft, so beschränken wir uns darauf, diejenige der extremen Monate Januar und Juli (nach Mohn, jedoch in der Polar-Projection) hier wiederzugeben, welche uns ein anschauliches

Bild über die räumliche und zeitliche Verschiedenheit in der Temperaturvertheilung über die Nordhemisphäre geben.

Normale Monatsmittel für 8 Uhr Morgens.

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
Memel . . .	− 4,2	− 3,5	− 1,6	4,6	10,2	15,0	17,1	16,3	12,1	7,0	1,5	− 1,8
Köslin . .	− 2,9	− 2,3	0,0	5,1	10,5	15,0	16,8	15,9	12,0	7,2	1,8	− 1,0
Kiel . . .	− 0,3	0,6	2,1	7,6	11,1	14,8	16,3	15,9	12,6	8,2	3,1	1,2
Hamburg .	− 1,1	0,3	2,8	7,1	11,8	15,8	17,6	16,8	13,4	8,0	3,1	0,4
Münster . .	0,4	1,7	3,4	8,0	12,4	16,1	17,5	16,7	13,7	9,1	3,8	1,6
Cassel . . .	− 0,8	0,8	2,6	7,6	12,0	15,8	17,8	16,4	13,0	7,0	3,0	0,4
Hannover .	− 0,4	0,9	2,8	7,7	12,4	16,3	17,9	17,0	13,6	8,7	3,4	1,0
Leipzig . .	− 1,9	− 0,4	1,4	7,2	12,4	15,8	17,8	16,6	12,5	7,5	2,3	− 0,8
Berlin . . .	− 1,5	− 0,4	1,5	7,3	12,8	17,0	18,6	17,2	13,1	8,2	2,8	− 0,2
Breslau . .	− 2,9	− 1,9	0,4	6,8	12,7	16,8	18,3	16,9	12,7	7,9	2,0	− 1,8
Wiesbaden .	− 1,2	1,3	3,1	8,8	13,5	16,9	18,7	17,5	13,7	8,3	3,3	0,0
Karlsruhe .	− 0,3	1,1	4,2	9,5	14,4	17,8	19,4	18,4	14,6	9,1	4,1	0,8
Friedrichshaf.	− 1,4	0,3	2,8	8,3	13,1	16,6	18,2	17,6	13,8	9,4	3,2	− 0,5
Bamberg . .	− 2,5	− 0,7	2,5	7,5	13,3	16,4	17,5	17,0	12,0	7,6	3,0	− 1,3
München . .	− 4,5	− 2,8	1,0	7,0	12,7	16,1	17,5	16,3	12,1	6,9	1,1	− 2,2

b) Luftdruck und Wind.

In inniger Beziehung zu den Wärmeerscheinungen auf unserer Erde stehen die räumlichen und zeitlichen Verschiedenheiten in der Vertheilung des Luftdruckes und die dadurch bedingten Luftströmungen. Bei der Betrachtung der allgemeinen Luftdruck- und Windverhältnisse werden wir also nothwendig die Wärmewirkungen als bedingende Ursachen berücksichtigen müssen.

Die vertikale Vertheilung des Luftdruckes und die Abhängigkeit derselben von der Temperatur haben wir bereits bei einer früheren Gelegenheit besprochen, als wir die Schwierigkeiten hervorhoben, welche sich bei der Reduction der Barometerstände auf das Meeresniveau herausstellten.

Ein anderes Abhängigkeitsverhältniss zwischen Luftdruck und Temperatur zeigt sich in der jährlichen und höchst wahrscheinlich auch in der täglichen Periode des Luftdruckes.

Die tägliche Periode des Luftdruckes zeigt im Allgemeinen 2 Maxima und 2 Minima, welche je nach der Jahreszeit und der Lage auf eine frühere oder spätere Tageszeit fallen. Das Hauptmaximum findet etwa gegen 10 Uhr Morgens, das zweite Maximum gegen 10 Uhr Abends statt, während ein Hauptminimum gegen 4 Uhr Nachmittags, ein secundäres Minimum gegen 4 Uhr Morgens sich ereignet. Also steigt das Barometer durchschnittlich von 4 bis

10 Uhr am Morgen und am Abend, in der Zwischenzeit fällt es, so zwar, dass die Aenderungen am Tage, entsprechend der grösseren Wärmeänderung durch die Sonnenwirkung, am beträchtlichsten sind. In den Tropen tritt die tägliche Periode am ausgeprägtesten auf, so dass Alexander v. Humboldt bemerkt, dass man aus diesen Schwankungen nahezu die Tageszeit angeben könne; sie beträgt nahezu 3^{mm}. Mit Zunahme der geographischen Breite nimmt die Grösse der täglichen Amplitude ab (in unseren Breiten beträgt sie kaum $1/2^{mm}$) und ist in den starken und unregelmässigen Schwankungen des Luftdruckes nicht mehr bemerkbar, so dass sie sich nur durch Mittelwerthe aus längeren Beobachtungs-Reihen mit Sicherheit constatiren lässt. Die Amplitude ist auf dem Lande grösser, als auf dem Meere, grösser in trockener, als in feuchter Atmosphäre, und in der Regel am grössten im wärmsten und trockensten Monate.

Nach Quetelet[46]) beträgt die tägliche Periode des Luftdruckes für Brüssel nach den Beobachtungen von 1842—47 für den Februar (wo sie am ausgeprägtesten ist) auf das Jahr 750^{mm}

	Mn.	2	4	6	8	10	Mn.	2	4	6	8	10	Mttg.
Februar	3,7	3,4	3,0*	3,3	3,6	4,0	4,0	3,6*	3,6*	3,9	4,0	4,1	3,7
Jahr	5,5	5,3	5,2*	5,3	5,5	5,7	5,5	5,2	5,1*	5,2	5,5	6,1	5,5

Die tägliche Periode des Luftdruckes hängt, wie gesagt, höchst wahrscheinlich von der Temperatur ab, aber ausserdem spielt dabei das Verhalten des Wetterdampfes in der Atmosphäre, wie es scheint, noch eine sehr wichtige Rolle, indessen ist diese noch sehr unvollkommen bekannt, so dass eine einwurfsfreie Erklärung dieses Phänomens noch aussteht.

In neuester Zeit hat J. Vincent[47]) eine interessante Untersuchung angestellt über die Eintrittszeit der Minima der Barometerstände. Indem er für den 3jährigen Zeitraum 1877—79 die Minima in Betracht zog, welche durch Maxima, die um wenigstens 10^{mm} höher stehen, geschieden sind, erhielt er für Brüssel folgende Zahlen für die Häufigkeit des Eintritts der Minima:

11h p.—1h a.	1—3h a.	3—5	5—7	7—9	9—11	11—1h p.	1—3	3—5	5—7	7—9	9—11h p.
5	7	13	11	3	8	8	13	19	7	12	6

Da die Minima bei dem Vorübergange der Depressionen eintreten, suchte Vincent die Eintrittszeiten der Minima aus den Bahnenkarten der Seewarte für 13 verschiedene über Europa vertheilte Stationen und erhielt für die einzelnen Stunden folgende Häufigkeitszahlen:

0 a.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
17	8	18	16	34	30	28	13	11	13	11	9

0 p.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
17	8	17	19	19	18	19	7	8	11	9	7

„Man scheint der Wahrheit nahe zu sein,“ bemerkt Vincent, „wenn man annimmt, dass die Depressionscentren sich im Allgemeinen, und von den Ausnahmen abgesehen, bis 4^h vertiefen, und



Fig. 15.

dass sie nachher bis 10^h sich theilweise füllen, und dass diese Aenderungen des Luftdruckes im Centrum stark genug sind, um in einem dem Minimum nahe liegenden Orte das Sinken, welches die Annäherung des Centrum allein wirksam erzeugen würde, in Steigen zu ändern, und das Steigen, welches das Entfernen des Centrums allein wirkend erzeugen würde, in Fallen umzuwechseln.“ —

Viel beträchtlicher und merkbarer ist die jährliche Periode

des Luftdruckes, entsprechend der fast ein halbes Jahr anhaltenden nach einer Richtung hin gehenden Wirksamkeit der Sonnenwärme. Insbesondere sind es die grossen Continenten, auf welchen sich die grossen regelmässigen Schwankungen des Luftdruckes in der jährlichen Periode vollziehen. In den Continenten wird im Sommer

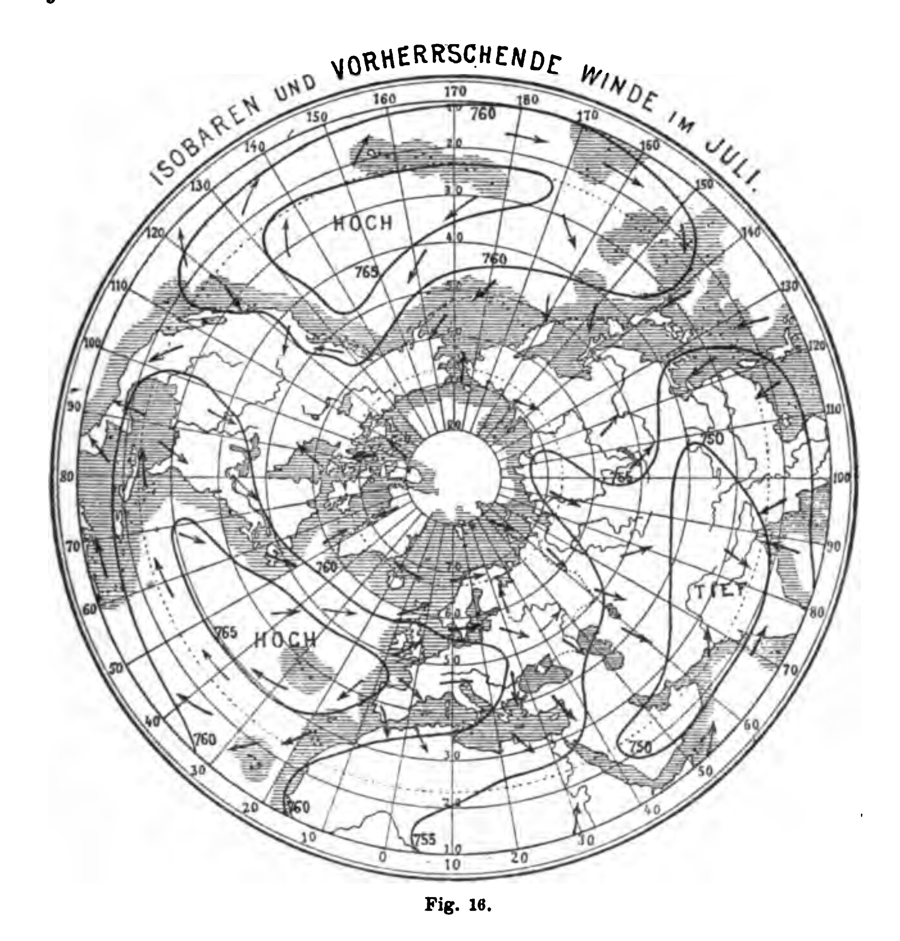


Fig. 16.

der Boden durch die Sonnenstrahlung erwärmt und mit ihm die direkt aufliegende Luftschicht; diese steigt in die Höhe und wird durch kühlere Luftmassen ersetzt, so dass ein beständiger vertikaler Luftwechsel entsteht, welcher nach Sonnenuntergang erlahmt und unterbrochen, aber nach Sonnenaufgang wieder fortgesetzt wird. So schreitet die Erwärmung nach und nach aufwärts bis zu den höheren Regionen der Atmosphäre vor. Die Folge hiervon ist

die Erhebung der ganzen Luftmasse über dem erwärmten Lande. In grösserer Höhe muss daher der Luftdruck grösser werden, als in der ganzen Nachbarschaft derselben horizontalen Schichte, und so entsteht ein Gefälle von dem Continente gegen das Meer und ein allseitiges Abfliessen der Luft nach dem Meere hin. Daher muss die Luftmasse im Sommer über dem Continente abnehmen, über dem Ocean zunehmen, oder der Luftdruck muss über dem Continente sinken, über dem Meere steigen. Der Abfluss der Luft in der Höhe wird aber theilweise ersetzt durch einen Zufluss von unten, indem hier, wo ein entgegengesetztes Gefälle statt hat, die Luft über dem Meere nach dem Lande angesogen wird.

Umgekehrt liegen die Verhältnisse im Winter, indem jetzt die Luft über dem Meere nach dem Continente abfliesst und so der Luftdruck auf dem Meere am niedrigsten, auf dem Continente am höchsten wird.

Die eben besprochenen Verhältnisse des Luftdruckes sind veranschaulicht auf den zwei beigegebenen Karten, welche die geographische Vertheilung des Luftdruckes im Januar und Juli darstellen (siehe Seiten 132 u. 133).

Wenden wir die eben angestellten Betrachtungen auf unsere ganze Erdatmosphäre an, welche im Allgemeinen am Aequator am stärksten erwärmt wird, während die Erwärmung nach den Polen hin abnimmt, so folgt daraus, dass am Aequator in der Höhe ein gegen die Pole gerichtetes Gefälle (Gradient) existiren muss, welches zur Folge hat, dass die Luft in der Höhe nach den Polen hin abfliesst, während unten an der Erdoberfläche die Luft dem Aequator oder dem Gürtel der grössten Erwärmung zufliesst. Diese Strömung wird durch die Erdrotation auf der nördlichen Hemisphäre nach rechts, auf der südlichen nach links abgelenkt, allein da diese ablenkende Kraft dem Sinus der geographischen Breite proportional ist, so ist die Ablenkung in niederen Breiten nicht sehr bedeutend, insbesondere an der Erdoberfläche, wo noch die Reibung die Ablenkung verringert. Am Aequator selbst ist die Ablenkung Null.

Indem die Parallelkreise mit Zunahme der Breite immer enger werden, hören schon beim 30. Breitegrade die beiden Strömungen auf, und es häuft sich hier die über dem Aequator abgeflossene Luft zu Luftdruckmaxima an, welche zu beiden Seiten des Wärmegürtels die Passatzonen begrenzen.

Die von diesen Zonen hohen Luftdrucks in der Höhe nach den Polen hin abfliessende Luft erlangt mit zunehmender Breite eine

westöstliche Geschwindigkeit, welche, wie dargethan werden kann, beträchtlich grösser ist, als der Unterschied der anfänglichen Rotationsgeschwindigkeit eines Punktes der Erdoberfläche mit der in der betreffenden Breite. Hann[48]) weist nach, dass eine Luftmasse, welche am Aequator relativ in Ruhe war, wenn sie dem oberen Gradienten folgend polwärts abfliesst, unter 60° Breite als Maximum eine relative östliche Geschwindigkeit erlangen könnte, welche $^1/_2$ mal so gross ist, als die Geschwindigkeit, mit welcher ein Punkt am Aequator rotirt, das wäre fast 700^m p. sec.

„Die in der Höhe gegen die Pole hin abfliessenden Luftmassen werden durch die Centrifugalkraft der Erdrotation von den Polen gleichsam weggeschleudert, und es bildet sich ein Wirbelring um jeden der Erdpole, in welchem die Luft von West nach Ost die Pole umkreist. Die Luft tritt an den Polen zurück und häuft sich in den mittleren Breiten an: es entspricht dieses dem subtropischen Gürtel höchsten Luftdruckes. Zu dem thermischen Gradienten tritt nun noch ein dynamischer Gradient hinzu, der durch den Einfluss der Rotationsbewegung auf die durch die ungleiche Wärmevertheilung in Gang gesetzte Luftcirculation zwischen Aequator und Pol ins Spiel kommt. In den niedrigen und mittleren Breiten stimmt der dynamische Gradient mit dem aus unseren früheren Erörterungen abgeleiteten thermischen Gradienten überein; er verstärkt nur die Luftanhäufung in den subtropischen Breiten, von welchen die Passate und unteren Westwinde ausgehen.

Dagegen würde sich die allgemeine Luftdruckabnahme in den höheren Breiten gegen die Pole hin, wie sie namentlich auf der südlichen Hemisphäre auftritt, durch aus den thermischen Gradienten allein hervorgehende Luftströmungen nicht erklären lassen. Man müsste in der Umgebung der Pole im Gegentheil ein Barometermaximum annehmen, weil die Luft sich dort, als über den kältesten Erdstellen, gerade so anhäufen müsste, wie über Ostasien im Winter. Durch die Erdrotation wird nun dieses direkte Abströmen der Luft gegen die Pole gehindert und ein Wirbel gebildet, in dessen Mitte der Luftdruck abnimmt, wie im Inneren einer gewöhnlichen Cyclone. Auch in diesem hat die Luft das Bestreben, dem Centrum zuzuströmen, wird aber durch die hinzutretende Centrifugalkraft daran gehindert. Ein wesentlicher Unterschied gegen eine gewöhnliche Cyclone liegt aber darin, dass bei dieser die Luft im Innern derselben emporsteigt, während sie in dem Wirbelring, der die Erdpole umgiebt, in einer herabsinkenden Bewegung begriffen ist.

Ferner nimmt in dem letzteren der gegen das Centrum gerichtete Gradient nach oben zu, und der thermische Gradient hat die entgegengesetzte Richtung (da die Pole kälter sind, als ihre Umgebung, die unteren Schichten also dichter); bei den gewöhnlichen Cyclonen nimmt der Gradient nach oben ab und geht sogar in grossen Höhen gewöhnlich in einen nach aussen gerichteten Gradienten über und die emporgestiegene Luft strömt desshalb nach aussen hin ab.

Die mechanischen Bedingungen der grossen allgemeinen Circulation der Atmosphäre und der daraus folgenden Luftdruckvertheilung hat der Amerikaner Ferrel entwickelt, das erste Mal schon im Jahre 1860. Seine grossartige, auf strengen mechanischen Principien beruhende Auffassung dieses Processes hat sich aber nur sehr langsam Bahn gebrochen[49]."

Hiermit im Einklange steht die von Ferrel angegebene mittlere Luftdruckvertheilung auf beiden Hemisphären nach Breitenkreisen (700^{mm} +)

Breite	0°	10°	20°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°
Nordhemisphäre	58,0	57,9	59,2	61,7	62,4	62,0	61,5	60,7	59,7	58,7	58,2	58,6
Südhemisphäre	58,0	59,1	61,7	63,5	62,4	60,5	57,3	53,2	48,2	43,4	39,7	38,0

Hieraus folgt ein barometrisches Maximum auf der Nordhemisphäre bei 35° nördlicher Breite, auf der südlichen bei 30° südlicher Breite, und darauf eine allgemeine Abnahme des Luftdruckes nach den Polen hin, insbesondere auf der südlichen Hemisphäre, wo die eben erwähnte grosse Cyclone am ausgeprägtesten ist, wo aber auch die Westwinde schon jenseits des 40. Breitegrades neben grosser Beständigkeit eine ausserordentliche Lebhaftigkeit besitzen, wenigstens eine viel grössere als auf der nördlichen Hemisphäre.

In der jährlichen Periode erleiden diese allgemeinen Windverhältnisse mannigfache mit der Temperatur- und der davon abhängigen Luftdruckvertheilung zusammenhängende Modificationen. Die Zonen der Windstillen und der Passate verschieben sich mit dem Stande der Sonne oder vielmehr mit der Erwärmung der Erdoberfläche. Im Winter sind die Temperaturgegensätze zwischen den Tropen und den höheren Breiten am grössten, und hieraus ergiebt sich auch ein grösserer thermischer Gradient und damit auch eine grössere Intensität der oberen atmosphärischen Strömungen, insbesondere auf der nördlichen Hemisphäre, die wegen der grösseren Continentalmassen viel mehr erkaltet als die südliche.

Der Gegensatz in der Erwärmung von Land und Meer, der nicht minder beträchtlich ist, als derjenige von niederen und höheren

Breiten, lässt besondere Windsysteme zu Tage treten, welche den allgemeinen Circulationsprocess nicht unwesentlich modificiren. Auf den grossen Continenten Asiens und Nordamerikas liegen im Sommer grosse Depressionen, im Winter ausgedehnte und hohe barometrische Maxima, während über den Oceanen der Luftdruck im Laufe des Jahres im Durchschnitte wenig und theilweise im umgekehrten Sinne sich ändert, so dass eine beständige Luftcirculation unterhalten wird. Dazu kommt noch das häufige Auftreten kleinerer Luftwirbel oder barometrischer Depressionen, die, wie wir unten noch des Weiteren zeigen werden, der Bewegung der Gesammtluftmasse folgen.

Im Winter ist die Atmosphäre in grösster Thätigkeit, Luftdruck und Temperatur sind den grössten Aenderungen unterworfen und daher die Luftbewegung am lebhaftesten. Im Sommer dagegen ist der Temperaturunterschied zwischen Tropen und Pol am kleinsten und daher auch die Luftbewegung am geringsten. Die Luftcirculation zwischen Continent und Meer ist die umgekehrte wie im Winter.

Da die Temperaturdifferenzen auf der Südhemisphäre im Winter weitaus geringer sind, als auf der nördlichen (der Unterschied zwischen dem wärmsten und kältesten Breitegrade beträgt nur etwa 40°, gegen 60° auf der nördlichen Hemisphäre), so ist der Luftaustausch zwischen Tropen und höheren Breiten nicht viel lebhafter als im Sommer. Der Gegensatz von Wasser und Land ist auf der südlichen Hemisphäre fast nicht vorhanden, und daher ist auch die allgemeine Luftbewegung sehr regelmässig entwickelt und andauernd ausserordentlich lebhaft. Die Atmosphäre besitzt auf der südlichen Hemisphäre eine mehr gleichmässige Thätigkeit, als auf der nördlichen und dieses hat seinen Grund in der regelmässigen und gleichmässigen Vertheilung und der geringeren Veränderlichkeit der Temperatur, und damit in den geringeren Schwankungen des Luftdruckes.

Aus diesen Thatsachen ziehen wir den Schluss, dass die Witterung überhaupt auf der nördlichen Hemisphäre häufigeren und intensiveren Schwankungen unterworfen ist, als auf der südlichen Hemisphäre.

Wie bereits bemerkt, wird die allgemeine ostwärts gerichtete Luftbewegung in höheren Breiten sehr häufig mehr oder weniger alterirt, so dass man die ektropische Zone als das Gebiet der veränderlichen Winde bezeichnet hat. Der Grund dieser Ver-

änderlichkeit liegt darin, dass das Gleichgewicht der Atmosphäre durch die sehr verschiedene Erwärmung auf die mannigfachste Art gestört wird, so dass beständig in den verschiedenen Gegenden mit scheinbar regelloser Willkür barometrische Maxima und Minima auftreten, und unter den verschiedenen Umgestaltungen ganze Länderstrecken durchziehen. Jedes dieser Phänomene hat ein eigenes Windsystem, welches mit ihm weiter wandert, und daher der ständige Wechsel der Winde in unseren Gegenden.

Luftdruckvertheilung und Wind stehen mit einander in einem direkten und innigen Zusammenhang, so zwar, dass jede Aenderung der ersteren nothwendig eine unmittelbare Aenderung des letzteren nach sich zieht. Diese Beziehung zwischen Luftdruck und Wind ist durch das barische Windgesetz, oder Buys Ballot'sche Gesetz ausgedrückt, welches wir jetzt näher betrachten wollen (vergl. Theil I, pag. 287 ff.).

Es ist aus einfachen physikalischen Gründen klar, dass die Luft aus der Gegend des hohen Luftdruckes nach derjenigen des niedrigen hinfliessen muss, und zwar mit um so grösserer Intensität, je grösser die Luftdruckdifferenzen für dieselbe Entfernung, senkrecht zu den Isobaren gemessen, oder je grösser die Gradienten sind. Indessen erfolgt diese Ausgleichung nicht in gerader Linie senkrecht zu den Isobaren, wie es bei ruhender Erde der Fall sein würde, sondern in Folge der Erdrotation wird die Luft auf der nördlichen Hemisphäre beständig nach rechts (auf der südlichen nach links) abgelenkt, also gerade so, wie es bei den Passaten und Antipassaten der Fall ist. Denken wir uns nun irgend ein Gebiet, in welchem der Luftdruck überall nach einer Stelle hin abnimmt, so dass diese Stelle den niedrigsten Luftdruck aufweist, so werden die Lufttheilchen in der ganzen Umgebung nach dieser Stelle hingezogen, und werden, indem sie diesem Zuge Folge leisten, beständig nach rechts abgelenkt, wodurch um jene Stelle eine wirbelnde Bewegung entstehen muss, die um so lebhafter ist, je rascher der Luftdruck von der Stelle des tiefsten Barometerstandes nach der Umgebung hin anwächst. Ein solches System nennen wir einen atmosphärischen Wirbel, eine Cyclone oder eine Depression, und den Ort des tiefsten Barometerstandes das barometrische Minimum (übrigens gebraucht man den letzteren Ausdruck oft für das ganze System, also identisch mit Depression).

Das barometrische Minimum in der Depression, welche gewöhnlich einen Umfang von mehreren Tausend Quadratmeilen hat, oft ganz

Europa umfasst, fällt in den wenigsten Fällen mit dem geometrischen Centrum der Depression zusammen, sondern liegt gewöhnlich excentrisch; zuweilen giebt es in demselben Depressionsgebiete mehrere solcher Orte, welche in ihrer Umgebung eigene gesetzmässige Windsysteme haben.

Umgekehrt ist die Luftbewegung in einem Gebiete, welches einen Ort höchsten Luftdruckes oder ein barometrisches Maximum umgiebt (Anticyclone). Hier fliesst die Luft nach allen Seiten hin ab, ebenfalls nach rechts abgelenkt, so dass die Stelle des höchsten Luftdruckes im Sinne der Bewegung der Uhrzeiger umkreist wird (auf der nördlichen Hemisphäre; auf der südlichen umgekehrt).

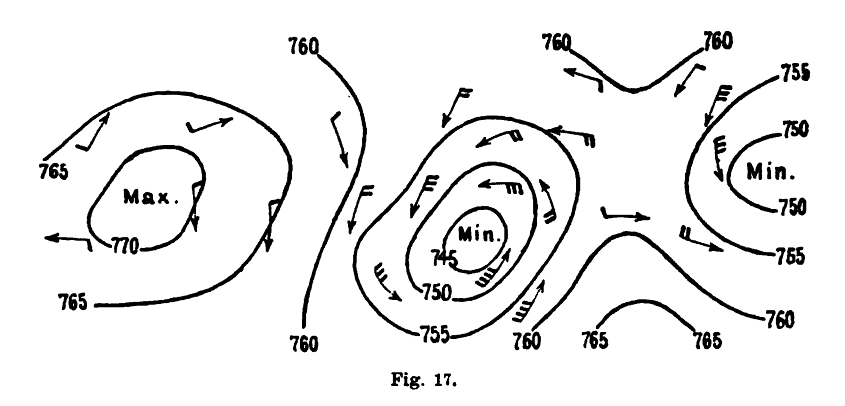


Fig. 17.

Die eben besprochenen Beziehungen zwischen Luftdruck und Luftbewegung erläutert für die nördliche Hemisphäre die obenstehende Figur, welche ohne weiteres verständlich ist.

Das barische Windgesetz in seiner jetzigen Form spricht das Abhängigkeitsgesetz zwischen Luftdruck und Wind mit folgenden Worten aus:

1) Kehrt man auf der nördlichen Hemisphäre dem Winde den Rücken zu, so zeigt die linke etwas nach vorn erhobene Hand den niedrigen Luftdruck, die rechte etwas nach hinten erhobene Hand den höheren. Auf der südlichen Halbkugel ist rechts mit links zu vertauschen. Ferner ist der Winkel zwischen der Windrichtung und der Richtung des Gradienten (Ablenkungswinkel) abhängig von der geographischen Breite, von der Grösse der Reibung und dem Zustande der Beschleunigung oder Verzögerung der Luftbewegung.

Auf der nördlichen Hemisphäre wehen also auf der Nordseite eines Minimums Winde zwischen Ost und Nord, auf der Westseite

zwischen Nord und West, auf der Südseite zwischen West und Süd und auf der Ostseite zwischen Süd und Ost; dagegen auf der Nordseite eines **Maximums** herrschen Winde zwischen Süd und West, auf der Westseite zwischen Süd und Ost, auf der Südseite zwischen Nord und Ost und auf der Ostseite zwischen Nord und West.

2) Der Wind weht unter übrigens gleichen Umständen um so stärker, je grösser der am Orte wirksame Gradient (Druckunterschied in Millimetern für die Entfernung von 111^{km} oder einem Aequatorialgrade, gemessen senkrecht zur Isobare). Das Verhältniss zwischen Windgeschwindigkeit und Gradient ist ebenfalls abhängig von der geographischen Breite, von der Grösse der Reibung und von der Beschleunigung oder Verzögerung der Luftmassen.

Für die Jahre 1877 und 1878 erhielt Sprung[50]) für die deutsche Küste folgende Beziehungen zwischen Gradient und Windstärke:

		Windstärke (Beaufort-Skala)						
		2	3	4	5	6	7	8
Gradient für S + SW + W	1877	1,40	1,68	2,03	2,39	3,01	3,58	4,62
	1878	1,34	1,69	2,04	2,49	2,99	3,55	(4,35)
Gradient für N + NE + E	1877	0,88	1,15	1,41	1,78	1,85	2,93	—
	1878	1,05	1,22	1,50	1,85	—	—	—

Dieses Gesetz gilt ausnahmslos, so dass die wenigen scheinbaren Ausnahmen, die man hin und wieder in den Wetterkarten findet, jedenfalls irrthümlichen Beobachtungen oder ganz örtlichen Einflüssen zuzuschreiben sind. Ein besonderes Beispiel wollen wir hier nicht geben, da alle diesem Buche beigegebenen Wetterkarten diesem Zwecke dienen können: überall, wohin man blickt, findet man das Gesetz bestätigt.

Dieses Gesetz bildet den Grundstein der modernen Meteorologie und fast Hand in Hand mit seiner allmählichen Ausbildung gingen die Fortschritte der Meteorologie, die hierdurch nach und nach einen vollständigen Umschwung erfuhr.

Die Vertheilung der vorherrschenden Winde für Januar und Juli sind auf unseren Luftdruckkarten für diese Monate übersichtlich dargestellt (vergl. oben Fig. 15 und 16). Die allgemeine atmosphärische Circulation, so weit es für unsere Zwecke nothwendig erschien, haben wir bereits oben besprochen, wir wollen uns daher darauf beschränken, die vorherrschenden Winde hier kurz zu erwähnen, welche Europa und den angrenzenden atlantischen Ocean betreffen.

Im Januar erstreckt sich der Nordostpassat bis zum 30. Breite-

grade. Auf der östlichen Seite des nördlichen atlantischen Oceans wehen südwestliche Winde, die sich weit ostwärts über fast ganz Europa nach Westsibirien erstrecken. Im hohen Norden dagegen sind nordöstliche und östliche Winde vorherrschend. Auch in den östlichen Gebietstheilen des Mittelmeerbeckens sind die nordöstlichen Winde am häufigsten. Hann giebt in seiner Erdkunde[51]) folgende Zusammenstellung der Häufigkeit der verschiedenen Winde in Westeuropa im Winter (Procente):

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
6	8	9	11	13	25	17	11

Im Juli ist die Grenze des Nordostpassates etwas nordwärts gerückt. Das System der südwestlichen Winde beherrscht den ganzen nordatlantischen Ocean von der Passatgrenze bis weit nach Grönland hinauf. In Europa treten die westlichen und nordwestlichen Winde mehr in den Vordergrund, als im Winter, wie folgende Zusammenstellung für Westeuropa (ebenfalls nach Hann) deutlich zeigt:

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
9	8	7	7	10	22	21	17

An einigen Orten kommen rein örtliche Luftströmungen, Localwinde, zur Geltung, von denen wir hier nur die Gebirgswinde nach Hann[52]) kurz besprechen wollen.

Das Gebirge hat in Bezug auf die Winde eine zweifache Wirksamkeit, indem es einerseits selbstständig gewisse Luftströmungen hervorruft und andererseits die allgemeinen Luftströmungen mannigfach modificirt.

Wenn nicht heftigere allgemeinere Luftströmungen herrschen, ist in den Thälern die Luftbewegung bei Tage thalaufwärts, bei Nacht thalabwärts gerichtet. Am Comersee heisst der Tagwind „la breva“, der Nachtwind „Tivano“, am Gardasee heisst der Südwind, welcher im Sommerhalbjahr von $10^{1}/_{2}{}^{h}$ a. m. bis 3^{h} p. m. vom unteren zum oberen Ende des Sees weht, „Ora“, der weniger regelmässig wehende Nachtwind „Sover“. Auf den Seen des österreichischen Salzkammergutes wird der Tagwind „Unterwind“, der Nachtwind „Oberwind“ genannt.

„In den Alpenthälern gilt es als populäre Wetterregel, dass das Ausbleiben des täglichen Windwechsels einen Witterungsumschlag, d. h. schlechtes Wetter bedeutet, und im Allgemeinen mit einigem Rechte, weil es anzeigt, dass eine kräftige allgemeine Luftströmung

die locale unterdrückt und die erstere für das Gebirge meist Wolken und Regen bringt."

Da der Nachtwind Kühlung hervorruft und vielfach, insbesondere wenn er sich aus engen Thälern in stark erwärmte Niederungen ergiesst, lebhafter ist, als der Tagwind, zieht er ganz besonders unsere Aufmerksamkeit auf sich, mehr als der Tagwind.

„Der Thalwind an der Mündung des grossen Münsterthales im Elsass weht jeden Abend nach warmen windstillen Tagen aus diesem Thale heraus, hält die ganze Nacht an und verbreitet in den Ebenen von Colmar bis in grosse Entfernung hin Kühlung. Im Rheinthal ist der „Wisperwind" bekannt, der als kalter Luftstrom aus dem Wisperthal, das bei Lorch senkrecht auf das Rheinthal einmündet, hervorkommt. Dieses lange Thal hat viele enge Neben- und Seitenthäler mit zahlreichen schluchtenartigen Thalwurzeln, die Temperatur in denselben ist oft um mehr als 10° niedriger als im Rheinthal. Der Wisperwind weht nur beim kalten Wetter, besonders in der wärmeren Jahreszeit. Er beginnt während der Nacht, sehr häufig schon des Abends und dauert bis gegen 9^h zuweilen bis 10^h Morgens. Er schadet zuweilen im Frühjahr durch seine Kälte den blühenden Obstbäumen und den Reben des Rheingaues. In der wärmeren feuchten Luft über dem Rhein erzeugt er oft Nebel. Bei Tag weht auch im Wisperthal der Wind aufwärts; dieser aufwärts steigende Wind ist aber unbenannt und den Bewohnern unbekannt, obgleich er nach Berger sehr deutlich auftritt."

Der Grund dieser periodischen Winde liegt offenbar in Wärmewirkungen. Am Tage wird die dem Boden aufliegende Luftschichte erwärmt, die isobarischen Flächen heben sich in der Weise, wie wir es oben dargestellt haben, es entsteht ein Gefälle nach den Bergabhängen hin, und die Luft fliesst nun diesen zu. Wird nun noch der Bergabhang durch Sonnenstrahlung erwärmt und so die ihm unmittelbar anliegende Luftschichte durch Ausdehnung leichter gemacht, so wird die Luft am Abhange emporsteigen müssen, um so lebhafter, je stärker die beiden eben angegebenen Kräfte in Wirksamkeit treten.

Des Nachts neigen sich die isobarischen Flächen nach unten, die Luft an den Bergabhängen erhält ein Gefälle thalabwärts und fliesst, da sie in Berührung mit dem Erdboden sich abgekühlt hat und also schwerer geworden ist, am Bergabhange thalwärts ab.

Die eben besprochene Luftbewegung ist für die Witterungserscheinungen im Gebirge von grosser Bedeutung. Der Tageswind

führt den Wasserdampf der unteren Luft den Gebirgshöhen zu, er verdichtet sich beim Aufsteigen durch Abkühlung zu Nebel, Wolken und Regen, die nicht selten von elektrischen Entladungen begleitet sind. Daher im Gebirge die Häufigkeit der Nachmittagsregen, im Sommer die grosse Gewitterfrequenz am Nachmittage und die Neigung zum Aufklaren am Abend, Erscheinungen, die zwar nicht nur auf das Gebirge selbst beschränkt sind, aber doch in diesem besonders deutlich auftreten.

Eine Modification der allgemeinen Luftströmung ist der Föhnwind, ein warmer, trockener Luftstrom, der von den Alpenkämmen sich ins Thal ergiesst. In den Alpen liegt das Hauptgebiet des Föhn zwischen Genf und Salzburg und erstreckt sich südwärts bis zur Hauptalpenkette. Seine Wirkung dehnt sich nur wenig über den Nordfuss der Alpen hinaus. Früher führte man die Ursache des Föhns auf die grosse Wärme und Trockenheit der Saharawüste zurück, indessen haben neuere Untersuchungen gezeigt, insbesondere das Studium der synoptischen Karten, dass die Entstehung des Föhns mit dem Erscheinen und längeren Verweilen barometrischer Depressionen in dem Gebiete nördlich von den Alpen zusammenhängt, so dass zum Ersatze der aus den Alpenthälern in den Luftwirbel hineingezogenen Luftmassen die Luft über dem Gebirge und jenseits desselben an den Abhängen herunterfliesst. Die grosse Wärme und Trockenheit dieses Windes finden ihre einfache Erklärung durch die Erwärmung des absteigenden Luftstromes, welche für je 100^m Abnahme der Seehöhe 1^0 beträgt, ein für die Entwickelung der Meteorologie höchst wichtiger Nachweis, den wir vor Allem Hann verdanken.

Nicht allein im Gebirge, sondern auch auf dem flachen Lande giebt es eine tägliche Periode des Windes, welche sich mit grosser Entschiedenheit überall ausspricht und zwar in Bezug auf Stärke und Richtung des Windes. In der täglichen Periode erreicht die Windstärke ein Maximum ungefähr mit dem Eintritte der höchsten Temperatur (in Hamburg und Dresden um 1^h p. m., in Wien und Liverpool um $1^1/_2{}^h$ p. m., in Prag und Oxford um 2^h p. m., in Bern um 3^h p. m., in Rom um $3^1/_2{}^h$ p. m. im Jahresmittel) und ein Minimum am frühen Morgen*). Auf offenem Ocean ist die tägliche Schwankung fast Null und in den Küstengewässern ist sie abgeschwächt. Die Steigerung der Windstärke am Vormittag bis Nach-

*) Vergl. die Fussnote auf Seite 40.

mittags ist an heiteren Tagen grösser, als an trüben; in manchen Klimaten erreicht diese Anschwellung des Windes die Stärke eines Sturmes, auch in unseren Gegenden ist dieselbe beträchtlich und in der Praxis nicht zu vernachlässigen, wie folgende Zusammenstellung der Mittelwerthe aus den Aufzeichnungen des Anemometers in Swinemünde aus dem Jahre 1876—78, wobei 116 heitere Tage und 247 trübe in Rechnung kamen (die Zahlen bedeuten Meter per Secunde [53]):

Vormittags.

		12—1h	1—2h	2—3h	3—4h	4—5h	5—6h	6—7h	7—8h	8—9h	9—10h	10—11h	11—12h
Frühling	heiter	3,44	3,92	3,72	3,35	3,24*	3,77	3,99	4,16	4,73	5,13	5,53	5,81
	trübe	5,52	5,43*	5,55	5,71	6,03	6,15	5,91	6,16	6,28	5,90	5,99	6,55
Sommer	heiter	2,37	2,32	2,23	2,30	2,03*	2,27	2,66	2,97	3,45	3,84	4,30	4,88
	trübe	4,09	4,10	3,99*	4,09	4,23	4,65	4,59	4,50	4,89	5,38	5,27	5,40
Herbst	heiter	3,47	3,49	3,68	3,69	3,83	3,66	3,59	3,86	4,42	4,85	5,37	5,66
	trübe	4,74	4,85	4,97	5,06	5,08	4,99	5,17	5,33	5,46	5,35	5,38	5,52
Winter	trübe	5,35	5,55	5,42	5,44	5,38	5,28*	5,36	5,46	5,67	5,68	5,51	5,80

Nachmittags.

		12—1h	1—2h	2—3h	3—4h	4—5h	5—6h	6—7h	7—8h	8—9h	9—10h	10—11h	11—12h
Frühling	heiter	6,31	6,74	6,72	6,60	6,57	5,79	5,10	4,72	4,18	3,73	3,59	3,61
	trübe	6,64	6,55	6,52	6,62	6,50	6,54	6,38	6,40	6,22	6,23	5,68	5,76
Sommer	heiter	5,05	5,37	5,11	5,05	4,89	4,90	4,01	3,35	3,09	2,72	2,39	2,44
	trübe	5,15	5,14	5,24	5,49	5,17	5,14	4,83	4,70	4,80	4,98	4,56	2,44
Herbst	heiter	5,51	5,29	5,31	4,91	4,45	4,17	3,75	3,75	3,72	3,58	3,23*	3,61
	trübe	5,57	5,48	5,32	5,40	5,05	5,20	5,15	4,70*	5,08	4,84	4,71	4,78
Winter	trübe	6,02	5,79	5,81	5,67	5,69	5,71	5,61	5,47	5,70	5,73	5,68	5,62

Der Betrag der Schwankung der Windstärke in der täglichen Periode ist also hiernach nicht unbeträchtlich; an heiteren Tagen ist die Windstärke in den ersten Nachmittagsstunden durchschnittlich fast doppelt so gross, als um Mitternacht.

Eine Erklärung dieser täglichen Periode gab schon 1841 Espy[54]), jedoch ohne Beweisführung. Dieselbe Erklärung mit eingehender Begründung gab in neuester Zeit Köppen[55]), indem er die Verstärkung des Windes während des Tages auf dem Lande auf einen vertikalen Luftaustausch zurückführte, welcher durch die Erwärmung des Bodens eingeleitet wird und welcher die stets stärker bewegten oberen Luftschichten herunterzieht, indem diese die erwärmte aufsteigende Luft ersetzt.

Ausser der täglichen Periode der Windstärke giebt es noch eine solche für die Windrichtung, so zwar, dass in der nördlichen Hemisphäre auf dem flachen Lande der Wind die Tendenz hat, am Vormittage mit dem Uhrzeiger, am Nachmittage gegen denselben zu drehen, auf Berggipfeln ist die Drehung des Windes eine umgekehrte[56]).

Der Zusammenhang des Windes mit einzelnen meteorologischen Elementen, welcher in den verschiedenen Windrosen seinen Ausdruck findet, werden wir erst weiter unten näher betrachten können, wenn wir jene näher besprochen haben. Im Anschlusse an die Winde wollen wir noch das Wichtigste über eine Erscheinung anführen, die für die praktische Meteorologie eine sehr grosse Bedeutung hat, nämlich über die Meeresströmungen.

c) Meeresströmungen.

Die Meeresströmungen stehen mit den vorherrschenden Winden in engster Verknüpfung, so dass jene mit den vorherrschenden Windrichtungen mit geringen Ausnahmen übereinstimmen. Ebenso wie die Winde, so umkreisen auch die Meeresströmungen im Allgemeinen die grossen barometrischen Maxima und Minima auf den Oceanen, also für die nördliche Hemisphäre liegt an der linken Seite des barometrischen Maximums in niederen Breiten (bei 30° nördl. Breite) die warme, an der rechten die kalte Strömung, an der linken Seite des Depressionsgebietes der höheren Breite die kalte, an der rechten Seite die warme Strömung.

Eine einfache Folge dieser Strömungen ist für die niederen Breiten Abkühlung der Westküsten der Festländer und Erwärmung

der Ostküsten, für höhere Breiten Erwärmung der Westküsten und Abkühlung der Ostküsten.

Für unsere Zwecke von Wichtigkeit ist der Golfstrom des atlantischen Oceans, welcher als Fortsetzung der Aequatorialströmung aus dem mexikanischen Golf heraustritt und längs der nordamerikanischen Ostküste mit grosser Geschwindigkeit fortfliesst. Nach und nach rechts ablenkend und an Geschwindigkeit verlierend, aber an Mächtigkeit zunehmend, nimmt er seinen Weg quer über den Ocean. Bei 25° westlicher Breite (von Greenwich) theilt er sich in 2 Arme, der eine Theil wendet sich nach den Küsten Portugals und nach den Cap-Verde'schen Inseln, während der andere Theil an den britischen Inseln vorüber der norwegischen Küste zufliesst und weithin über den Polarkreis hinaus seine Existenz noch zu erkennen giebt.

Die Wirkung des Golfstromes auf die Witterungserscheinungen und das Klima von Europa, insbesondere der Nordwesthälfte Europas sind von ausserordentlicher Bedeutung.

Die hohe Temperatur des Golfstromes theilt sich offenbar der Luft mit und daher das milde Klima des nordwestlichen Europas. Die warme feuchte Luft, welche durch die Winde vom atlantischen Meere auf unseren Continent getragen wird, muss sowohl die Bewölkung als die Niederschläge in Westeuropa erhöhen, insbesondere in der kälteren Jahreszeit, wo die feuchte Seeluft beim Betreten des kalten Landes sich abkühlt und ihren Wasserdampf in ergiebigen Regenfällen verliert. Endlich stehen die Häufigkeit und die Zugsrichtung der barometrischen Depressionen in Westeuropa mit den Zuständen auf dem atlantischen Ocean, insbesondere mit dem Golfstrome, in inniger Verbindung, wie wir unten noch des Näheren zeigen werden.

d) Feuchtigkeit der Luft, Thau, Nebel und Wolken.

Ueber die Vertheilung des Wasserdampfes in unserer Atmosphäre sind unsere Kenntnisse noch sehr mangelhaft, obgleich dieselbe bei unseren Witterungsvorgängen eine nicht untergeordnete Rolle spielt. In den unteren Luftschichten ist der Wasserdampfgehalt der Luft von rein örtlichen Verhältnissen abhängig, mit der Höhe nimmt er ziemlich rasch ab, rascher, als es einer freien Dampfatmosphäre entsprechen würde. Da auch eine gleichmässige Vermischung der Luft mit Wasserdampf nicht stattfindet, so ist es unrichtig, wenn man nach Dove's Vorgang, um den Druck

der trockenen Luft zu erhalten, den Druck des Wasserdampfes von dem Barometerstande abzieht.

Man unterscheidet absolute Feuchtigkeit oder die Menge (oder den Druck) des in der Luft enthaltenen Wasserdampfes und relative Feuchtigkeit, oder das in Procenten ausgedrückte Verhältniss der in der Luft wirklich enthaltenen Dampfmenge zu derjenigen, welche sie bei der herrschenden Temperatur enthalten könnte.

Der Dampfgehalt hat eine tägliche und eine jährliche Periode, welche derjenigen der Lufttemperatur im Allgemeinen ähnlich ist. In der täglichen Periode zeigen sich bei den Binnenlandstationen 2 Maxima am Vor- und Nachmittage, die durch ein geringfügiges secundäres Minimum am Mittage von einander geschieden sind.

Die Luft kann bei bestimmter Temperatur und einem bestimmten Luftdrucke nur eine begrenzte Menge Wasserdampf enthalten; enthält sie die grösstmöglichste Dampfmenge, so nennen wir sie gesättigt, und die Temperatur, bei welcher dieses der Fall ist, heisst der Thaupunkt. Gewöhnlich ist die Luft nicht im Zustande der Sättigung, aber diese tritt ein, sobald wir sie hinreichend abkühlen. Jede weitere Temperaturerniedrigung ist mit einer Condensation eines Theiles des Wasserdampfes verbunden, welcher sich unter Freiwerden von Wärme als flüssige oder feste Masse ausscheidet.

Die Formen, unter welchen sich der Wasserdampf der Luft ausscheidet, sind sehr verschieden, und werden bezeichnet als Thau, Reif, Nebel, Wolken, Regen, Schnee und Hagel, welche Formen wir hier, soweit es für unsere Zwecke nothwendig erscheint, besprechen wollen.

Thau nennt man den Niederschlag am Erdboden, welcher dadurch entsteht, dass durch Erkältung der Erdoberfläche die dieser anliegende Luftschichte unter dem Thaupunkt abgekühlt wird. Der Thaubildung günstig sind alle Umstände, wodurch die Ausstrahlung des Erdbodens begünstigt wird, also klare Luft und ein Boden, der die Wärme leicht ausstrahlt (z. B. Rasen). Die Thaubildung findet also in der Nacht statt. Erkaltet die Erdoberfläche unter dem Gefrierpunkte (Nachtfrost), so setzt sich der Wasserdampf in fester Form ab, die wir Reif nennen. Die Condensation des Wasserdampfes bei der Thau- und Reifbildung wirkt der weiteren Erkaltung des Erdbodens entgegen, indem durch diesen Process eine reichliche Menge Wärme frei wird, die vorher nicht zur Wirksamkeit gelangte, so dass aus diesem Verhalten die praktisch wichtige Folgerung gezogen werden kann, dass auch bei klarer Nacht Nachtfrost um so

weniger zu befürchten ist, je weiter der Thaupunkt über dem Gefrierpunkte liegt.

Nebel ist condensirter Wasserdampf, welcher in fein vertheiltem Zustande in der unteren Atmosphäre sich befindet. Die Nebel entstehen durch Mischung verschieden temperirter Luftmassen oder durch Abkühlung der unteren Luftschichten an der Erdoberfläche. Beispiele der ersteren Art sind die Nebel, welche über Seen, Flussthälern, feuchten Wiesen entstehen, wenn diese wärmer sind, als die darüber liegenden Luftmassen. Die unmittelbar aufliegende Luft wird erwärmt, sättigt sich mit Wasserdampf, steigt wegen ihres geringeren specifischen Gewichtes in die Höhe, kühlt sich ab und scheidet einen Theil ihres Wasserdampfes als Nebel aus.

Befindet sich der Nebel in grösserer Höhe über der Erdoberfläche, so nennt man ihn Wolke. Die Ursache der Wolkenbildung ist in der Regel die Abkühlung eines aufsteigenden Luftstromes unter den Thaupunkt. Wenn nämlich Luft aufsteigt, dehnt sie sich aus und kühlt sich ab und zwar um nahezu 1° für jede 100^{m} Erhebung. Dabei wird sie sich immer mehr der Sättigung (dem Thaupunkte) nähern, und zwar um so eher, je feuchter sie ist. Ist aber diese erreicht, dann wird bei weiterer Abkühlung der Condensationsprocess beginnen, aber durch das Freiwerden der Wärme wird die weitere Abkühlung mit der Höhe erheblich verlangsamt werden. Dauert das Steigen des Luftstromes nun noch fort, so wird dieser endlich eine Region erreichen, wo die Temperatur so niedrig ist, dass sich der ausgeschiedene Wasserdampf in sehr feine Eisnadeln verwandeln wird.

Es ist bekannt, dass die Berggipfel vielfach von Wolken umgeben sind, auch wenn die freie Atmosphäre keine Trübung zeigt; der Grund liegt entweder in der erkaltenden Wirkung des Berggipfels selbst, oder an Luftströmen, die gezwungen werden, am Bergabhange emporzusteigen.

Eine Eintheilung der Wolken nach strengen wissenschaftlichen Principien, die nur einigermassen eine scharfe Unterscheidung zulassen könnte, ist bis jetzt noch nicht geschaffen worden. Die ältere bekannte Eintheilung der Wolken rührt von Luke Howard[57]) her. Obgleich man in jener Zeit nur sehr rohe Vorstellungen über atmosphärische Vorgänge hatte und man von der wahren Ursache der Entstehung der Wolken keine Ahnung hatte, so stellte dieser ausgezeichnete und scharfe Beobachter doch ein System auf, welches trotz der neueren Bestrebungen, insbesondere durch Poëy[58]), eine

mehr wissenschaftliche Eintheilung der Wolken zu schaffen, bis zu unserer Zeit allgemein verbreitet ist. Aus diesem Grunde wollen wir die Howard'sche Eintheilung, so ungenügend sie auch sein mag, der Hauptsache nach besprechen und die Entstehungsweise oder Umwandlung der einzelnen Wolkenformen kurz zu erläutern versuchen [59]) (vergl. die Wolkentafel neben dem Titelblatt).

Wie bereits eben bemerkt wurde, verdichtet sich der aufsteigende Luftstrom je nach seiner ursprünglichen Feuchtigkeit in geringerer oder grösserer Höhe zur Wolke. Ist im Uebrigen die Luft ruhig, oder sind die Winde am Erdboden und in der Höhe der Richtung und Stärke nach ziemlich gleich, so bildet sich eine abgerundete, ziemlich scharf begrenzte Wolkenmasse, welche unter dem Namen Haufen- oder Cumuluswolke bekannt ist (vergl. Wolkentafel e). Diese Wolkenform ist besonders an ruhigen heiteren Sommertagen zu beobachten, wo sie meistens nach Sonnenaufgang entsteht, bis zur höchsten Tageswärme zunimmt und dann allmählich verschwindet. Da durch Verdichtung des Wasserdampfes Wärme frei wird, so erhält die aufsteigende Luft bei der Wolkenbildung einen neuen Auftrieb, und so kann sich diese Wolke bis zu bedeutender Höhe erheben.

Haben die unteren und oberen Luftströmungen verschiedene Richtungen, oder sind die Geschwindigkeiten in den verschiedenen Höhen verschieden, dann wird die Wolke streifenförmig auseinandergezogen und erhält so eine geschichtete Lagerung. Diese Wolke, Schicht- oder Stratuswolke genannt, erscheint als eine lang hingezogene Schichte, die oft den ganzen Himmel teppichartig überzieht (vergl. Wolkentafel f); ihre Streifungsrichtung, wenn solche vorhanden ist, ist bedingt durch die Richtung des Oberwindes in Bezug auf diejenige des Unterwindes. Ein gutes Bild dieser Wolke gewähren die langgestreckten bandartigen Nebelstreifen, welche sich an heiteren Sommertagen sehr häufig über Wiesengründen hinziehen.

Eine Combination beider Wolken sind Cumulo-stratus (vergl. Wolkentafel g) und Strato-cumulus (vergl. Wolkentafel h unten Wulst-cumulus).

Gelangt die Wolke mit dem aufsteigenden Luftstrom zu den höheren Regionen der Atmosphäre, dorthin, wo ein Abströmen der emporgestiegenen Luftmassen stattfindet, so wird sie von diesem Strom erfasst und mit fortgerissen, und überzieht jetzt das Himmelsgewölbe bald in feinen Fäden, bald mit zartem Schleier, dessen Struktur vielfach nicht zu erkennen ist. Es ist diejenige Wolke,

welche unsere Sonnen- und Mondhöfe bedingt. Diese Wolkenart, welche zum Verständnisse der Witterungsvorgänge sehr wichtige Aufschlüsse giebt, wird Feder- oder Cirruswolke genannt (vergl. Wolkentafel a a, a,, b). Die Federwolken haben sehr verschiedenartige Gestaltungen, bald sind sie einfach geradlinig, bald quergestreift, bald gebogen, gerollt, bald filzartig oder schleierähnlich. Wenn man auch über die Entwickelung und Bedeutung dieser so ausserordentlich mannigfachen Formen bis jetzt noch ganz im Unklaren ist, so scheint doch ein inniger Zusammenhang dieser Formen mit den atmosphärischen Zuständen und deren Aenderungen obzuwalten, so dass das Studium dieser Beziehungen durchaus lohnend sein dürfte. Manchmal durchfurchen mächtige Bänder dieser Cirrusstreifen den ganzen sichtbaren Himmel und scheinen dann, in Folge der Perspective, nach zwei gegenüberliegenden Punkten des Horizontes (den Radianten) zu convergiren, ähnlich wie die Bäume an unseren Landstrassen. Diese Bildungen wurden von Humboldt mit dem wenig passenden Namen „Polarbande" benannt.

Als Unterabtheilungen erwähne ich noch zwei Wolkenformen, nämlich die Cirro-cumulus- und die Cirro-stratuswolke. Die erstere ist zusammengesetzt aus kleinen, zarten Wölkchen auf blauem Grunde, während die letztere dichtere Wolken darstellt, die oft als eine ununterbrochene Schichte teppichartig den Himmel überziehen, oder am Horizonte in schmalen Streifen liegen. Beide Wolkenarten befinden sich in sehr grosser Höhe, wie die eigentliche Cirruswolke.

Für die Praxis genügt die Unterscheidung in untere und obere (cirröse) Wolken, von denen die ersteren nach Vettin[60]) für Berlin im Mittel eine Höhe bis etwa 2000^m (nach Hildebrandsson[61]) für Upsala aus 50 Beobachtungen durchschnittlich von 1710^m), die letzteren von ca. 4000 bis 8000^m (nach Hildebrandsson ebenfalls aus 50 Beobachtungen durchschnittlich von 7460^m) erreichen.

Die scheinbare Geschwindigkeit der Wolken nimmt mit der Höhe ab, so dass die in den höchsten Regionen schwebenden Cirruswolken ihren Ort kaum zu ändern scheinen, in Wirklichkeit aber verhält sich die Sache umgekehrt: die wahre Geschwindigkeit des Wolkenzuges wächst mit der Höhe.

Man kann annehmen, dass die Durchschnittsgeschwindigkeit der cirrösen Wolken mehr wie 3mal so gross ist, als die des Unterwindes. Unter der tiefsten Grenze derselben findet eine Verzögerung der Geschwindigkeit statt und dieses scheint mit dem Um-

stande im Zusammenhange zu stehen, dass in dieser Höhenschichte die Wolkenbildung und die Niederschläge am stärksten sind.

Die Bewölkung hemmt die Insolation und Ausstrahlung, hat also einen direkten Einfluss auf die Wärmeerscheinungen auf unserer Erde und ist daher ein wichtiges meteorologisches Element.

Für den Bewölkungsgrad giebt es eine tägliche und jährliche Periode der Bewölkung. In der folgenden Tabelle gebe ich nach Liznar[62]) den täglichen Gang der Bewölkung für Crefeld und Wien, und zwar die Differenzen des Mittels gegen die einzelnen Stundenwerthe.

Stunde	Crefeld (7 Jahre)					Wien (1852—60)				
	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
	0,..	0,..	0,..	0,..	0,..	0,..	0,..	0,..	0,..	0,..
1h a. m.	—.16	—.27	—.81	—.57	—.45	—.42	—.38	—.33	—.55	—.42
2	.06	—.05	—.64	—.36	—.25	—.37	—.25	—.26	—.29	—.32
3	.26	.16	—.45	—.10	—.03	—.19	—.13	—.18	—.17	—.17
4	.43	.35	—.22	.24	.20	—.01	—.01	—.12	.06	—.02
5	.55	.50	.03	.54	.40	.16	.09	—.04	.32	.13
6	.60	.60	.22	.75	.54	.33	.19	.02	.54	.27
7	.57	.60	.33	.77	.57	.41	.26	.06	.62	.33
8	.40	.54	.33	.59	.47	.43	.28	.06	.60	.34
9	.21	.46	.28	.45	.35	.39	.26	.02	.48	.28
10	.14	.42	.42	.36	.34	.32	.24	.02	.31	.22
11	.15	.40	.59	.30	.36	.24	.26	.08	.18	.19
Mittag	.18	.39	.63	.25	.36	.17	.36	.20	.09	.19
1h p. m.	.20	.37	.63	.20	.35	11	.36	.34	.07	.22
2	.16	.26	.60	.16	.30	07	.39	.46	.09	.25
3	.07	.10	.53	.13	.21	04	.39	.51	.14	.27
4	.03	—.03	.43	.17	.15	01	.35	.47	.16	.24
5	—.04	—.14	.32	.16	.08	—.02	.26	.35	.13	.18
6	—.28	—.42	.17	—.02	—.14	—.04	.13	.20	.04	.08
7	—.55	—.72	—.01	—.43	—.43	—.10	—.10	.00	—.12	—.08
8	—.68	—.85	—.29	—.56	—.59	—.17	—.34	—.20	—.30	—.28
9	—.72*	—.37*	—.57	—.73	—.72	—.25	—.62	—.36	—.46	—.43
10	—.66	—.79	—.78	—.80	—.76*	—.32	—.67*	—.44*	—.60	—.51
11	—.53	—.05	—.88*	—.81*	—.72	—.39	—.61	—.43	—.66*	—.53*
Mittern.	—.35	—.17	—.88*	—.73	—.61	—.43*	—.51	—.30	—.64	—.50
Mittel	7,42	6,45	6,04	6,65	6,64	6,95	5,50	4,47	5,74	5,67

Hiernach fällt das Maximum der Bewölkung im Jahresmittel für Crefeld und Wien auf 7^h resp. 8^h a. m., im Sommer verspätet es sich auf Mittag resp. Nachmittag, das Minimum fällt auf die Stunden vor Mitternacht. Die tägliche Amplitude ist für Crefeld nahezu $1^1/_2$, für Wien ungefähr 1^0 der zehntheiligen Skala.

Nach Elfert[63]) vertheilt sich für die Jahreszeiten und das

Jahr die Bewölkung in Deutschland-Oesterreich folgendermassen (in Procenten):

	Anzahl der Stationen.	Anzahl der Beobachtungsjahre.	Winter.	Frühling.	Sommer.	Herbst.	Jahr.
Deutsche Küste	28	179	73	55	55	67	62
Deutsch-russische Ostseeküste .	22	148	72	55	59	66	61
Deutsche Nordseeküste . . .	6	31	74	56	63	69	66
Deutsches Tiefland	23	192	75	61	58	67	65
Deutsch.-Oesterr. Mittelgebiet .	100	748	71	60	55	66	63
Alpenzone	69	528	59	58	53	56	56
Küstenzone an der Adria . .	10	61	49	45	28	42	41
Deutschland u. Oesterreich ausser Küstenland und Adria . .	220	1647	68	59	55	63	61

Elfert gelangt auf Grund seiner Untersuchung zu folgenden Resultaten:

1) In den Niederungen und nicht allzu hoch gelegenen (unter 800^{m}) Gebirgsgegenden von Mitteleuropa tritt die grösste Bewölkung im Herbst und Winter, die geringste im Frühling und Sommer ein.

2) Hochgebirge oder hohe isolirte Berggipfel weisen umgekehrt die grössten Wolkenmengen in den wärmeren, die geringsten in den kälteren Jahreszeiten auf.

3) In Mitteleuropa mit Ausschluss der Alpen vertheilt sich die Bewölkung nach den Jahreszeiten so, dass im westlichen und nordwestlichen Theile das Maximum der Himmelsbedeckung im Herbst, das Minimum im Frühjahre eintritt, im östlichen und südöstlichen dagegen das Maximum im Winter, das Minimum im Sommer.

Ferner folgert Elfert, dass die Bewölkung im Jahresmittel mit der Entfernung von der Nord- und Ostsee nach Süden und Osten abnimmt, dass die Bewölkung in Gebirgen, die den Südwestwinden besonders exponirt sind, mit der Höhe zunimmt, und dass die von Südost nach Nordwest sich erstreckenden Gebirge auf der Nordostseite eine relativ sehr geringe Bewölkung zeigen.

e) Regenmenge und Regenhäufigkeit.

Noch viel wichtiger als die Bewölkung sind die Niederschläge, Regen und Schnee, für die ausübende Witterungskunde. Regen und Schnee sind dem Wesen nach gleich und unterscheiden sich nur dadurch von einander, dass bei der Regenbildung die Verdichtung des Wasserdampfes bei Temperaturen über dem Gefrier-

punkte vor sich geht, während bei der Entstehung des Schnees die Temperatur unter Null liegt.

Drückt man die Niederschlagshöhe, d. h. die Höhe, welche der Regen oder das aus dem Schmelzen des Schnees gewonnene Wasser auf der Erdoberfläche einnehmen würde, wenn durch Abfluss, oder Verdunstung nichts verloren ginge, in Millimetern aus, so bezeichnet die Anzahl der Millimeter auch gleichzeitig die Anzahl der Liter Regen, welche auf einer horizontalen Fläche von einem Quadratmeter gefallen sind.

Die Niederschlagsverhältnisse gehören jedenfalls zu den scheinbar regellosesten Elementen, so dass man früher an der Möglichkeit zweifeln mochte, für dieselben überhaupt eine Gesetzmässigkeit aufzufinden und dieser Umstand mag hauptsächlich der Grund sein, dass bis in die neueste Zeit die Regenmessungen, so wichtig sie auch für die Klimatologie und die Praxis sind, fast vollständig vernachlässigt wurden. In der That finden wir für fast alle Länder, dass die übrigen meteorologischen Elemente viel besser bekannt sind, als die Niederschlagsverhältnisse.

Indem wir im Folgenden die räumliche und zeitliche Vertheilung der Niederschläge besprechen, wollen wir uns nur auf die europäischen Verhältnisse beschränken und insbesondere Deutschland berücksichtigen; wer sich ein genaueres und umfassendes Bild über die Regenverhältnisse unseres Erdballes verschaffen will, den verweisen wir auf die vortrefflichen Darstellungen in Hann's Handbuch der Klimatologie.

Täglicher Gang des Regenfalls.

		Regenmenge (in Tausendtheilen der Summen)						Regenstunden			
		Greenwich 1861—1866		Zechen 1857—1871		Wien 30 Monate	Bern	Greenwich		Zechen	
		Winterhalbjahr	Sommerhalbjahr	Winterhalbjahr	Sommerhalbjahr	Sommerhalbjahr	Jahr	Winterhalbjahr	Sommerhalbjahr	Winterhalbjahr	Sommerhalbjahr
Vormittag	0—2	87	88	88	66	99	95	30,3	25,7*	33,9	21,0
	2—4	73*	113	93	62*	70	81*	30,1	28,1	37,5	24,1
	4—6	95	97	88	78	59*	83	30,3	27,1	40,1	25,1
	6—8	101	77	79	62*	73	84	29,9	25,4	39,9	23,6
	8—10	100	58	78*	63	78	78	28,7*	25,0	38,9	20,3
	10—12	64*	48*	82	64	63	66	31,8	22,0	37,7	20,0*
Nachmittag	0—2	84	82	79	92	96	56*	30,2	21,3*	35,9*	21,3
	2—4	111	89	98	110	155	64	31,3	23,0	36,4	23,1
	4—6	70	112	83	112	98	88	29,2	24,7	38,2	24,1
	6—8	58*	73*	87	110	81	94	29,0	29,7	38,5	24,0
	8—10	73	79	75*	97	78	107	28,8*	26,4	36,8	22,3
	10—12	78	78	79	85	64*	104	31,5	27,0	34,1	20,9

Die Niederschläge haben sowohl eine tägliche als eine jährliche Periode. Die umstehende Tabelle giebt den täglichen Gang des Regenfalles in Bezug auf die Menge von 2 zu 2 Stunden für Greenwich, Zechen, Wien, Bern, sowie die Regenstunden in der täglichen Periode für Greenwich und Zechen für das Winter- und Sommerhalbjahr [64]).

Bei allen diesen Stationen lassen sich meistens 2 Maxima und Minima der Regenmenge und Regenhäufigkeit unterscheiden, nämlich (die Hauptmaxima und Hauptminima sind fett gedruckt):

a) Regenmenge.

		Maxima			Minima		
Greenwich	Winter	0—2^{a}	2—4^{p}		2—4^{a}	10—11^{a}	6—8^{p}
	Sommer	2—4^{a}	4—6^{p}		10—12^{a}	6—8^{p}	
Zechen	Winter	2—4^{a}	2—4^{p}		8—10^{a}	8—10^{p}	
	Sommer	4—6^{a}	4—6^{p}		2—4^{a}	8—10^{a}	
Wien	Sommer	0—2^{a}	8—10^{a}	2—4^{p}	4—6^{a}	10—12^{p}	
Bern	Jahr	6—8^{a}	8—10^{p}		2—4^{a}	12—2^{p}	

b) Regenhäufigkeit.

		Maxima		Minima	
Greenwich	Winter	10—12^{a}	10—12^{p}	8—10^{a}	8—10^{p}
	Sommer	2—4^{a}	6—8^{p}	0—2^{a}	0—2^{p}
Zechen	Winter	4—6^{a}	6—8^{p}	0—2^{a}	0—2^{p}
	Sommer	4—6^{a}	6—8^{p}	10—12^{a}	10—12^{p}

Man sieht hieraus, dass im Allgemeinen in den ersten Morgen- und Nachmittagsstunden die Regenmengen am grössten und gegen Mittag und Mitternacht zu am kleinsten sind, und dass die Regenhäufigkeit in den frühen Morgen- und in den späten Abendstunden am grössten, und um Mitternacht am kleinsten sind.

Wie aus der Tabelle hervorgeht, sind die Unterschiede zwischen Maximum und Minimum recht erheblich und für die Praxis von nicht zu unterschätzender Bedeutung. —

Betrachten wir jetzt die räumliche Vertheilung des Regens im Jahre und in den Jahreszeiten für Europa. Durch einen Gürtel hohen Luftdruckes von den Tropen geschieden, steht Europa unter der Herrschaft der westlichen Luftströmungen, mit denen die Cyclonen mit ihren Sturm- und Regenfeldern ostwärts fortschreiten und die allenthalben die Regenverhältnisse beherrschen [65]).

Wenden wir uns zuerst zu den alten Culturländern, deren Küsten vom Mittelmeer bespült werden, so treffen wir ein subtropisches Gebiet, in welchem die meisten Regen auf den Winter fallen, ganz im Gegensatze zu den Tropen, wo die Sommerregen ent-

schieden vorherrschen. Die Winterregen treten um so mehr in den Vordergrund, je mehr wir südwärts fortschreiten. Nach Fischer (Klima der Mittelmeerländer) dauert die fast regenlose Zeit in Alexandrien fast 8 Monate, von Ende März bis Mitte Oktober, in Palästina 6—7 Monate, von Ende April bis in den Oktober, in Syrien 4 1/2, im vorderen Kleinasien und Griechenland 4, am Marmarameer ungefähr 2 Monate. Im mittleren Mittelmeerbecken sind in Tripolitanien 7 Monate (April bis Oktober) regenarm, in Malta haben 4 bis 5 Monate, in Sicilien 4 1/2 Monate an der Süd- und Südostküste, 4 Monate an der Nordküste, in Neapel 3, in Rom 2 Monate sehr geringe Niederschläge, dagegen nördlich davon sind die Regen im Sommer schon sehr ergiebig und fällt die geringste Regenmenge etwa in den Februar (am Po und am Südfusse der Alpen). Im Westen des Mittelmeerbeckens, an der Küste von Algerien und Südspanien sind 5, an der marokkanischen Küste 6 bis 7, auf Madeira und den kanarischen Inseln 5 Monate regenarm, im nördlichen Spanien dagegen fallen im Juli an 40^{mm} Regen. „Während also an der nördlichen Grenze unseres Gebietes die Zeit, wo Regen zu erwarten ist, alle 12 Monate umfasst, schrumpft sie von Norden nach Süden allmählich bis auf 4 Monate zusammen."

Die Westhälfte des Mittelmeergebietes hat Herbstregen: die Regenmenge beträgt an der Ostküste Spaniens im September und November 40 %, im südfranzösischen Küstengebiete 37, in Oberitalien 30, Mittelitalien 34, Süditalien 33, auf Sicilien, Malta und an der östlichen Küstenzone der Adria 36 %, wogegen die Regenmenge in Alexandrien nur 19, in Palästina nur 11 % der Jahressumme erreicht. Das westliche Mittelmeergebiet weist ein secundäres Regenmaximum im Frühjahre auf, welches ostwärts nach Italien hin sich immer mehr gegen den Sommer verschiebt.

Im Mittelmeerbecken sind im Sommer nördliche Winde vorwiegend, welche weiter nach Süden hin mit grosser Regelmässigkeit wehen; aus kälteren Distrikten kommend fliessen sie nach wärmeren Gegenden hin, und daher die Regenarmuth während des Sommers im Mittelmeerbecken.

Die Regenverhältnisse Europas nördlich von den Alpen zeigen schroffe Gegensätze im Westen und Osten. Die nach Westen und Nordwesten hin vorgeschobenen Küstengebiete werden von dem feuchtwarmen Luftstrome vom atlantischen Ocean überfluthet, und da sich im Westen keine sehr hohe langgestreckte Gebirgswälle dieser Strömung entgegenstellen, breitet sich diese westliche Strö-

mung weit in den Continent hinein aus, so dass der Uebergang vom Seeklima in das continentale Klima nur sehr langsam erfolgt.

Entsprechend den Wärmeverhältnissen zwischen Ocean und Festland haben die West- und Nordwestküsten Europas Herbst- und Winterregen. Nach Osten hin treten diese immer mehr und mehr zurück, während die Sommerregen sich immer mehr ausprägen und zuletzt ganz in den Vordergrund treten.

Frankreich hat im Süden die Regenverhältnisse des mediterranen Gebietes, aber das Charakteristische desselben verwischt sich immer mehr nach Norden hin, indem nach dieser Richtung die Herbstregen successive zu hoher Geltung kommen.

In Nordfrankreich, Belgien und Südnorwegen fällt im Herbste der meiste Regen, auf den britischen Inseln sind die Regenmengen im Herbste und Winter nahezu gleich, Frühjahr- und Sommerregen treten entschieden zurück. Im südlichen und südöstlichen Nordseegebiete verfrühen sich die Herbstregen um einen Monat und die Zunahme der Sommerregen vermittelt den Uebergang zu den continentalen Verhältnissen.

Nach Hann fallen im Jahresmittel: im Gebiete der Landes- und Westpyrenäen 114^{cm}, im mittleren französischen Küstengebiete 66, in Centralfrankreich 71, an der Nordwestküste 78, in den Nordseeländern 67, auf den Faröern 181, im mittleren und östlichen England 60—65, an den Seen von Cumberland bis 300, in Ostirland 70—100, in Westirland bis über 120, an der schottischen Ostküste 60—100, an der Westküste bis 325, an der Westküste Norwegens 115, an der Südostküste mit Binnenland 46, Leirdal 32^{cm}.

Hervorzuheben ist der Gegensatz zwischen West und Ost auf den britischen Inseln und in Norwegen, eine Erscheinung, die, wie wir weiter unten sehen werden, auch bei unseren Gebirgen stattfindet, und die in dem Verhalten der vorherrschenden Winde zu den Gebirgsketten ihre Erklärung findet, indem nämlich die Luftmassen gezwungen werden, an diesen emporzusteigen, wobei sie sich abkühlen und ihren Wasserdampf condensiren.

Weiter nach Osten hin nehmen, wie bereits bemerkt, die Winter- und Herbstregen ab, und prägen sich nach und nach zu einem einzigen Maximum aus.

Am wichtigsten für unsere Zwecke sind die Regenverhältnisse Deutschlands; ich gebe nachstehend die Vertheilung der Regenmengen in Deutschland und einigen benachbarten Ländern in Pro-

Gebiet.	Zahl der Stat.	December.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	September.	October.	November.	Jahressumme. mm
Nördl. Schlesw.-Holstein	10	9	7	6	6	5*	6	8	8	12	13	10	9	698
SW Holst. N. Hann., Old.	12	8	7	6*	7	6*	7	10	10	11	10	8	8	723
Westl. Ostseegebiet . .	9	8	7	6*	6*	6*	8	10	11	12	10	8	8	541
NE d. Mecklb. Seenplatte	5	7	6*	6*	7	7	8	11	13	13	8	7	7	495
Preussen u. Hinterpom.	9	7	6	5*	6	6	8	10	12	13	10	8	8	578
Ostdeutsches Tiefland .	9	7	6*	6*	7	7	8	12	12	13	8	7	7	540
Mitteldeutsches Tiefland	17	8	6*	7	7	7	8	12	12	10	7	7	8	530
Westdeutsches Tiefland	8	8	7	6*	7	6*	8	11	11	11	8	8	8	645
Weserbergl. u. Thüring.	9	7	6*	6*	6*	7	10	12	13	11	7	8	8	512
Harz	4	9	7	8	8	7	8	11	12	10	8	8	8	1063
Thüringer Wald . . .	2	9	8	9	8	6	8	9	9	9	7	8	10	931
Sächs. Bergland . . .	9	7	5*	7	8	7	9	13	12	10	6	7	9	612
Erzgebirge	6	8	6*	8	8	8	9	11	11	9	7	7	9	820
NW Böhmen	8	8	6*	6	6	7	10	13	11	10	7	7	8	549
Oberlaus. Elb-Isergebiet	8	8	6*	7	7	7	9	12	11	11	7	7	9	625
Oberschles. Bergland .	6	6	5*	5*	6	7	10	13	13	12	9	8	7	583
Riesengebirge	6	7	6	6	8	7	9	11	12	12	8	7	8	865
Niederrh. Münsterland .	9	8	8	7	7	6*	8	10	10	10	8	9	8	679
Linksrhein. Schiefergeb.	3	8	8	6*	7	7	8	9	11	10	8	8	9	680
Sauerl. Rothhaag. Taun.	5	8	8	7	7	6*	8	10	10	10	7	9	10	844
Hess. Bergland, Rhön .	5	8	7	6*	7	6*	9	12	11	10	7	8	8	618
Lothr. Plateau, Hardt .	4	9	7	6*	7	7	8	10	10	8	9	8	9	705
Vogesen	4	9	11	8	9	7	7*	8	8	9	7*	8	8	1257
Oberrh. Tiefeb. unt. Stufe	7	7	7	6*	7	7	9	11	12	11	8	8	9	654
" " ob. "	4	6	7	4*	7	7	11	11	10	10	10	8	9	598
Schwarzwald: W u. SW	7	7	7	8	8	8	9	10	10	7	9	10	7	1460
" E	4	6	6	5*	7	8	10	12	11	11	8	7	8	768
Neckarl., Odenw., Spess.	6	8	6*	7	7	6	9	11	11	10	8	8	10	877
Schwäb. Jura	10	5*	5*	6	6	8	10	13	12	12	9	8	8	728
Schwäb. Terrasse . .	10	7	6	5*	7	6	10	12	11	11	8	7	9	616
Fränk. Terr., Oberpfalz .	7	8	6*	7	6*	7	9	12	11	10	8	8	9	706
Böhmerwald	2	9	9	8	10	6	8	9	10	8	6	7	10	1430
Schwäb., bayer. Hocheb., westl. Alpenvorland	14	6	5	5*	6	8	10	13	12	12	8	8	7	1046
Oestl. Alpenvorland . .	6	6	5*	6	7	7	10	12	13	13	9	6	6	1018
Inneres der Nordalpen .	8	7	6*	6*	7	8	9	11	12	12	9	6	7	1205
Niederlande	13	8	7	7	7	6*	7	8	10	12	10	10	9	655
Belgische Niederung .	3	6*	8	8	6*	8	8	9	9	9	10	9	8	731
W- u. N-Franz.-Tiefland	5	8	8	7	9	8	6*	7	8	8	8	10	12	1041
Jahreszeiten: NW-Irland . . .	2	—	30	—	—	20	—	—	21	—	—	29	—	1161
Jahreszeiten: Ost- u. Süd-Irland .	6	—	28	—	—	22	—	—	20	—	—	29	—	952
Jahreszeiten: West-Schottland .	9	—	33	—	—	18	—	—	18	—	—	30	—	1274
Jahreszeiten: West-England . .	14	—	30	—	—	20	—	—	19	—	—	31	—	1183
Jahreszeiten: Ost-England . . .	13	—	26	—	—	22	—	—	24	—	—	28	—	654
Dänemark	7	8	7	6	5*	6	9	10	10	12	9	9	8	630
Norwegische Küste . .	4	12	9	7	6	6	5*	5*	8	9	11	11	11	1038
Russland: a) Ostseeländer . .	8	6	5	5*	6	6	8	9	12	12	12	11	10	501
b) Mittelrussland .	7	8	5	5*	6	6	9	12	15	11	9	8	6	519
c) Ural	5	3	3*	3*	3*	4*	10	16	20	17	9	6	5	404

centen der Jahressumme wieder[66]). Beigeschrieben sind die Jahressummen der Regenmengen, obgleich diese für gebirgiges Land nur sehr rohe Anhaltspunkte geben, da hier die Regenmenge, je nach der Lage der Stationen, auch für geringe Entfernungen ausserordentlich variirt.

Aus den von mir veröffentlichten Regentafeln leitete ich für Deutschland folgende Resultate ab (vergl. meine Regenverhältnisse Deutschlands, pag. 49), denen ich nur einige kleinere, durch die Arbeit Töpfer's veranlasste, Ergänzungen zusetze:

A. Absolute Regenmengen.

1) Die durchschnittliche Regenmenge beträgt für ganz Deutschland durchschnittlich 71^{cm} (nach Töpfer auf Grundlage eines umfassenderen Materiales 66^{cm}). Die Regenmengen des nördlichen, mittleren und südlichen Deutschlands verhalten sich ungefähr wie 1 : 1,13 : 1,35.

2) Die Unterschiede der Regenmengen an den verschiedenen Orten Deutschlands sind sehr beträchtlich, die kleinste Regenmenge verhält sich zur grössten etwa wie 1 : 4.

3) Die Regenmenge ist an der Meeresküste im Allgemeinen grösser als landeinwärts, sie nimmt nach dem Innern sehr rasch ab, jedoch mit Annäherung an die Gebirge wieder zu.

4) Die Regenmengen nehmen ab von West nach Ost. Dieses ist ganz besonders ersichtlich, wenn wir noch die russischen Stationen in Betracht ziehen.

5) Die Regenmenge nimmt zu mit der Erhebung über dem Meeresniveau, jedoch nicht proportional der Höhe. Ausser allgemeinen Ursachen scheinen noch lokale Ursachen mitzuwirken.

6) Berge sind zu betrachten als Condensatoren, ebenso auch die Meeresküsten.

7) Bei Gebirgen ist die Regenmenge grösser an der Luvseite, als an der Leeseite. Diese Thatsache wird besonders durch den aufsteigenden Luftstrom hervorgerufen.

8) Die Gebirge zeigen besonders diese Eigenschaft, wenn sie senkrecht zu den herrschenden Winden gerichtet sind. Auch kleinere Gebirge haben diese Eigenthümlichkeit.

9) Sind die Gebirge ebenso gerichtet, wie die herrschenden Luftströme, so erhalten wir auf beiden Seiten fast gleiche Regenmengen. Analoge Verhältnisse herrschen in Thälern.

10) Der Einfluss der deutschen Gebirge überhaupt auf das norddeutsche Tiefland macht sich dadurch geltend, dass die Regenmengen mit dem Südweststrome um so mehr zurücktreten, je weiter die Stationen nach Südost liegen. Der Einfluss des Gebirges nimmt ab mit der Entfernung.

B. Vertheilung des Regens in der jährlichen Periode.

1) Wir unterscheiden drei Regengebiete:
- a) Gebiet mit vorwaltendem Herbstregen. Diesem Gebiete gehören die Stationen an, welche an der Nordseeküste liegen.
- b) Gebiet mit vorwaltendem Winterregen. Dieses Gebiet beschränkt sich nur auf die hochgelegenen Stationen des Elsass.
- c) Gebiet mit vorwaltendem Sommerregen. Dieses umfasst alle anderen Länderstrecken.

2) Die östlichen Stationen an der Ostseeküste haben die Tendenz, das Maximum der Regenmenge auf den Herbst zu verlegen, eine Tendenz, die auch im ostdeutschen Tieflande und im westlichen Russland hervortritt.

3) Die Sommerregen treten um so entschiedener hervor, je weiter wir uns nach Osten und Südosten entfernen.

4) Die Regenmenge ist am kleinsten am Ende des Winters oder im Anfang des Frühlings, sie ist im Allgemeinen am grössten im Juli.

5) Die Regenmenge beträgt durchschnittlich im Winter 20 %, im Frühling 22 %, im Sommer 33 % und im Herbst 25 % der ganzen Jahressumme.

6) Die absoluten Regenmengen für die einzelnen Gruppen im Frühjahr sind ziemlich gleich, indessen betragen die Frühjahrsregen im Schwarzwald, in den Vogesen, im Neckarland und Odenwald, Böhmerwald, in den Alpen, aber auch an den höher gelegenen Stationen Mitteldeutschlands doppelt so viel, als der Durchschnitt der übrigen Stationen.

7) Mit Beginn des Jahres vom tiefsten Stande langsam ansteigend erreicht die Regenhöhe etwa im Mai das Mittel, erhebt sich im Juni und Juli schnell zur grössten Höhe, um im August zunächst langsam, dann aber rasch im September zum Mittel und unter dasselbe zurückzusinken. Nach einer geringeren Steigung

über das Mittel, die im November eintritt, erfolgt im Monat December und Januar wieder eine Senkung zum Schluss der Jahrescurve hin (vergl. Töpfer, Regenverhältn. Deutschlands pag. 117).

8) Für die jährliche Periode des Regenfalls in Bezug auf tiefer und höher gelegene Orte gilt der von Töpfer ausgesprochene Satz: „In den tieferen Lagen ist während der Sommermonate die procentische Menge des Niederschlages durchaus grösser, als in den höheren; in der übrigen Zeit kehrt sich das Verhältniss um, oder, da die absolute Menge der Niederschläge während der Wintermonate immer geringer ist, als im Sommer, es zeigen die oberen Stationen eine viel gleichmässigere Vertheilung der Niederschläge über das ganze Jahr, als die tiefer gelegenen."

In Deutschland erstrecken sich die meisten Gebirgszüge von NW nach SE, so dass also die vorherrschenden Südwestwinde senkrecht zur Richtung der Gebirgszüge wehen und daher ist die Nordostseite die regenärmere, die Südwestseite die regenreichste[67]. Selbst kleinere Gebirgszüge zeigen dieses sehr deutlich: so haben Münster, Gütersloh und Paderborn, an der Südwestseite des Teutoburger Waldes, eine durchschnittliche jährliche Regenmenge von 694^{mm}, wogegen an der Nordostseite in Salzuflen und Hannover im Mittel nur 578^{mm} Niederschlag fallen.

Sehr schön zeigen sich diese Abhängigkeitsverhältnisse im Harz und Umgebung, wo mit der Annäherung an das Gebirge die Regenmenge zunimmt und nachdem der Gipfel überschritten ist, auch wieder abnimmt, wie folgendes Täfelchen zeigt:

	Göttingen.	Heiligenstadt.	Clausthal.	Brocken.	Ballenstädt.	Wernigerode.	Saldwedel.
Seehöhe	130	221	565	1134	255	246	40^{m}.
Regenmenge	550	601	1427	1700	953	724	585^{mm}.

Ganz ähnliche Verhältnisse zeigt auch der Thüringer Wald:

	Coburg.	Grossbreitenbach.	Gotha.	Erfurt.	Arnstadt.
Seehöhe	514	630	330	208	292^{m}.
Regenmenge	930	1102	610	528	511^{mm}.

Dieselben Beziehungen lassen sich auch für die übrigen deutschen Gebirge nachweisen. Auf der Südseite der Alpen fallen bei einer mittleren Seehöhe von 400^{m} durchschnittlich 1765^{mm}, auf den Kämmen und Gipfeln (mittlere Seehöhe 1954^{m}) 1715, auf der Nordseite der Alpen (mittlere Seehöhe 641^{m}) 1379^{mm} Regen im Jahre.

Interessant ist noch der Fall, wenn Gebirgszüge dieselbe Richtung wie die herrschenden Winde haben, wie z. B. das Erzgebirge,

Regenwahrscheinlichkeit für Deutschland und angrenzende Länder.

Anzahl der Stationen.	Dec.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Jahr.
A. Norddeutsches Tiefland.													
Schleswig-Holstein (3)	0.413	0,417	0,418	0,413	0,360	0,313	0,403	0,413	0,403	0,410	0,407	0,437	0,400
Hannover, Oldenburg (6)	0.455	463	377	492	423	423	488	487	458	473	397	430	447
Nordöstliches Deutschland (7)	0.48	46	49	49	44	41	47	47	45	40	39	47	450
Posen (2)	0.500	465	495	525	445	395	495	450	450	380	345	470	449
Schlesische Ebene (7)	0.366	363	361	419	380	356	410	399	356	324	310	400	371
Mittel (25)	0.443	434	427	468	410	379	453	444	423	397	370	441	423
B. Mitteldeutsches Bergland.													
Harz (2)	0.490	500	470	480	490	445	465	525	460	435	355	450	494
Westphalen, Rheinlande (6)	0.468	482	453	490	443	420	460	460	428	403	413	460	441
Hessen, Rheinpfalz (6)	0.458	460	448	440	412	448	452	424	390	350	392	458	427
Königreich Sachsen (4)	0.500	517	523	543	527	503	550	500	490	440	427	537	494
Schlesisches Gebirge (3)	0.367	407	390	430	423	387	423	377	357	297	353	433	388
Mittel (21)	0.457	473	457	497	459	441	470	457	425	384	383	467	449
C. Süddeutsches Bergland.													
Baden, Elsass (5)	0.420	431	442	436	442	454	460	448	434	380	406	450	433
Württemberg (11)	0.394	448	434	450	442	461	466	444	418	356	410	446	433
Bayern*), nördlich der Donau (10)	0.473	403	404	405	404	415	462	388	405	321	373	433	407
„ südlich „ „ (9)	0.342	358	388	390	427	471	513	479	444	341	364	349	413
Mittel (35)	0.407	411	417	420	429	451	475	440	425	349	387	419	422
Deutschland überhaupt	0.436	439	434	462	433	424	466	447	426	377	382	442	434
D. Nachbarländer.													
England	0.55	0,51	0,49	0,45	0,45	0,44	0,44	0,45	0,49	0,50	0,54	0,49	0,438
Westküste von Frankreich	0.41	35	39	37	40	37	37	34	27	34	38	41	368
Belgien	0.42	41	37	43	48	47	52	51	48	38	50	50	466
Dänemark	0.43	40	42	36	32	34	36	38	43	43	45	48	400
Gemässigtes Norwegen	0.49	44	48	38	36	33	37	38	41	47	47	52	423
Russland: a) Ostseeländer	0.40	37	37	37	35	35	39	42	42	42	46	45	398
b) Central- und Nordrussland	0.35	29	30	29	29	32	38	37	32	33	35	38	330
c) Mittlerer Ural	0.33	32	32	28	34	40	48	50	50	43	41	41	391
Nördliche und östliche Seite der Alpen	0.27	28	29	31	32	39	45	43	38	30	29	30	334
Böhmen, Galizien	0.43	42	42	44	41	43	47	46	40	36	35	40	413

*) In einer neueren Arbeit von Horn: „Ein Beitrag zur Kenntniss der zeitlichen und räumlichen Vertheilung der Niederschlagshäufigkeit in Bayern" (München 1885), welche sich auf den Zeitraum von 1879—83 bezieht, sind die Zahlen für die Regenwahrscheinlichkeit etwas abweichend von den oben angegebenen, wobei die ältere Zählmethode verlassen, und durch eine exactere ersetzt wurde.

welches sich von Südwesten nach Nordosten erstreckt; hier sind die Regenmengen zu beiden Seiten ziemlich gleich. Auf der böhmischen Seite des Erzgebirges fallen bei einer mittleren Seehöhe von 293^{m} 526^{mm} Regen und auf der sächsischen Seite bei einer Seehöhe von 268^{m} 541^{mm}, also fast dieselben Mengen.

Von nicht minder grosser Bedeutung für die ausübende Witterungskunde ist die Kenntniss der Regenwahrscheinlichkeit. Man erhält sie einfach dadurch, dass man die Anzahl der Regentage vergleicht mit der Anzahl der Beobachtungstage überhaupt. Die umstehende Tabelle enthält die Regenwahrscheinlichkeit für die einzelnen Distrikte Deutschlands, so dass die Zahlen die Anzahl der Regentage unter 100 Tagen überhaupt bedeuten[68]).

Aus umstehender Tabelle lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

1) In Deutschland überhaupt regnet es an 43,4 unter 100 Tagen; am kleinsten ist die Regenwahrscheinlichkeit in der schlesischen Ebene (37), am grössten im Harzgebirge (49½).

2) Die Regenwahrscheinlichkeit zeigt in der jährlichen Periode keine erheblichen Unterschiede, etwas weniger als die Hälfte aller Monatstage sind durchschnittlich Regentage. Die einzelnen Gebiete Deutschlands zeigen grosse Uebereinstimmung in Bezug auf die Regenwahrscheinlichkeit in der jährlichen Periode.

3) Im Winter ist die Regenwahrscheinlichkeit ziemlich gross im norddeutschen Tiefland (ausgenommen die schlesische Ebene und die angrenzenden mitteldeutschen Länder); die Gebiete, welche im Windschatten der Alpen liegen, zeigen im Winter eine geringere Regenwahrscheinlichkeit.

4) Die grösste Regenwahrscheinlichkeit fällt für das norddeutsche Tiefland und Mitteldeutschland auf den März, für Süddeutschland auf den Juni oder Juli, das Minimum für die nördlichen Gebietstheile im Allgemeinen auf den Oktober, für die südlichen auf den September. Der Mai zeigt für Norddeutschland ein secundäres Maximum.

Von der Dauer der einzelnen Regenepochen, sowie von der gleichzeitigen zeitlichen und räumlichen Periode des Regenfalles werden wir unten noch weiter zu sprechen haben.

f) Gewitter.

Die synoptische Untersuchung der Gewitter, welche zuerst in Frankreich durch Leverrier 1865, bald darauf in Schweden,

Norwegen und Russland, 1876 in Italien, 1877 in Belgien, 1879 in Bayern durch v. Bezold, 1880 in Württemberg durch v. Schoder, fast gleichzeitig im Königreich Sachsen durch Bruhns, in der Provinz Sachsen und Umgebung durch Assmann aufgenommen wurde, hat manche interessante und praktisch wichtige Resultate zu Tage gefördert, die wir hier nicht übergehen können. In Anschluss an die früheren Arbeiten von v. Bezold[69]) hat in neuester Zeit Assmann die Gewitter in Mitteldeutschland auf Grund vierjähriger Beobachtungen (1881—84) in dem von ihm ins Leben gerufenen dichten Beobachtungsnetze in der Provinz Sachsen und Umgebung, in eingehender Weise bearbeitet[70]). Wir entnehmen dieser werthwollen Arbeit einige Hauptresultate.

Die Beziehungen des Luftdruckes zu den Gewittern spricht der Verfasser mit folgenden Worten aus:

„1) Die kurzen und plötzlichen Schwankungen des Barometers stehen in einem ursächlichen Zusammenhange mit Gewittern und stärkeren Niederschlägen; beide sind wohl als verschiedene Erscheinungsweisen desselben Vorganges zu betrachten.

2) Nicht alle Gewitter und alle Niederschläge sind von Druckschwankungen begleitet.

3) Die Druckschwankung entspricht in den meisten Fällen einem eng umgrenzten Keile hohen Luftdruckes, welcher in eine secundäre Depression eingeschoben ist."

Fast zu demselben Resultate gelangte früher v. Bezold aus den Beobachtungen von 1879—82: „Ganz besonders intensiv treten die Gewittererscheinungen in dem Sattel höheren Luftdruckes auf, der zwei grosse Depressionsgebiete oder auch zwei Theildepressionen von einander trennt."

Gewitter und Wind stehen nach Assmann in folgender Beziehung:

„Bei der überwiegenden Mehrzahl der Gewitter findet eine Drehung des Windes statt, welche in Mitteldeutschland bald mit, bald gegen die Sonne erfolgt."

Gewitter und Bewölkung: „1) Die Zusammengehörigkeit zwischen Gewittern und Cirren scheint eine ausnahmslose zu sein, wodurch eine weitere Stütze für die Wirbelnatur sämmtlicher Gewitter gegeben ist.

2) Die Höhe der Cirrus-Schirme bei Gewittern scheint eine gegenüber den übrigen Cirrus-Höhen abnorm geringe zu sein.

3) Gewitter in Höhen von unter 1000^{m} gehören in Mitteldeutschland zu den grossen Seltenheiten."

Gewitter und Niederschläge: „1) Gewitter ohne Niederschläge kommen, wenn auch selten, in Mitteldeutschland vor hauptsächlich am Beginn einer Gewitterperiode.

2) Wolkenbruchartige Gewitterregen treten vornehmlich an den Nord- und Ostseiten der Gebirge Mitteldeutschlands, vereinzelt aber auch im Tieflande auf.

3) Die Hagelfälle scheinen relativ trockene Gegenden im Lee von Bodenerhebungen zu bevorzugen, schliessen sich daher den Wolkenbrüchen theilweise an."

Gewitterregen und Temperatur: „Die Gewitterhäufigkeit in Mitteldeutschland folgt dem Gange der Lufttemperatur in der Weise, dass einerseits das Verhältniss der letzteren zur Normalen der maassgebende Faktor ist, andererseits die Gewitterhäufigkeit eine Verspätung erleidet. Der erste Theil dieses Resultates stimmt durchaus mit dem von Bezold überein."

Eine sehr interessante Abhandlung über die Gewitter in Italien hat in neuester Zeit Ciro Ferrari veröffentlicht, auf welche wir hier ganz besonders aufmerksam machen möchten [71]). Die eingehende Untersuchung der Gewitter im Jahre 1881 ergab das Resultat: „Jedes Gewitter ist immer mit einer barometrischen, hygrometrischen und thermischen Depression verbunden; es befindet sich immer in dem hinteren Theil der zwei ersteren und in dem vorderen der dritten. Alle drei Depressionen, besonders aber die beiden letzteren, sind mit betreffenden Maxima im Zusammenhang, welche hinter der barometrischen und hygrometrischen Depression und vor der thermometrischen gelegen sind. In dem von dem Gewitter überzogenen Gebiete findet der Hagel in schmalen, langen Streifen statt, geordnet nach der Gewitterrichtung." Bezüglich der Aufeinanderfolge der Gewitter fand Ferrari, dass einem Gewitter gewöhnlich ein oder mehrere andere auf demselben Gebiete oder einem Theile des Gebietes mit derselben Richtung folgen und zwar gewöhnlich nach 3 Stunden oder einem vielfachen von 3 Stunden, wobei das Zeitintervall von 24 Stunden häufig vertreten ist.

Ueber die Entstehung der Gewitter hat Sohncke eine grössere Abhandlung veröffentlicht [72]), deren Resultate wir hier kurz wiedergeben wollen.

Gestützt auf Beobachtungen bei Ballonfahrten und in verschiedenen Höhen im Schwarzwälder Gebirge kommt Sohncke zu

dem Schlusse, dass die Temperaturabnahme mit der Höhe an Gewittertagen rascher erfolgt, als sonst. Durch den aufsteigenden Luftstrom werden Wassertheilchen der Eisregion (den Cirruswolken) zugeführt, und durch die Reibung beiderlei Wolkenarten (der Wasserwolken und der Eiswolken), welche beim Gewitter in heftiger Bewegung sind, entsteht eine ergiebige Elektricitätsquelle, wodurch die Gewitter bedingt werden.

Die Gewitter haben eine ausgesprochene **tägliche** Periode. In der nachfolgenden Tabelle geben wir die relative Häufigkeit der Gewitter für Bayern, Württemberg, Sachsen und Glatz, von denen die Zahlen für die 3 ersteren Gebiete die Anzahl der für die einzelnen Tagesstunden eingelaufenen Meldungen angeben, diejenige für Glatz aus den Beobachtungen von 6—10 Stationen berechnet wurden [73]) (ausgeglichene Zahlen durch vorhergehende (a) und nachfolgende (c) Stunde $\frac{a + 2b + c}{4}$):

Tägliche Periode der Gewitter.

Stunde.	Bayern						Württemberg				Sachsen	Grafschaft Glatz			
	1879	1880	1881	1882	1883	1884	1881	1882	1883	1884	1881/84 Mittel	1879	1880	1881	1882
0—1	76*	32*	107*	64	47	58*	42	10	4	11	18*	2	5	3	6
1—2	85	44	107*	45*	33	66	40	10	2	9	60	1	6	4	8
2—3	85	42	112	47	28*	70	32	10	4	11	37*	1	4	2	4
3—4	59	33	94	49	36	62	26	10	8	15	41	2	1	2	—
4—5	29	26	74	43	43	64	25*	8	10	13	38	2	—	2	—
5—6	18*	20	66	37	38	65	26	7*	8	18	44	1	1	1	1
6—7	18*	19*	61	32*	34	58	22	8	6*	17	48	—	1	1	2
7—8	24	24	59	32*	31*	54*	16	8	7	12	36*	—	2	1	5
8—9	42	27	57*	35	31*	61	15*	10	11	11	40	1	3	4	7
9—10	78	32	96	50	43	78	22	13	18	10*	41	4	4	12	8
10—11	124	73	187	84	78	105	35	16	31	16	91	8	6	18	7
11—12	150	162	278	119	158	174	43	22	54	29	116	11	13	20	11
Mittag															
0—1	173	293	368	164	284	277	48	39	75	42	156	12	18	21	23
1—2	239	452	466	244	434	384	63	62	90	58	196	13	31	22	34
2—3	318	554	550	346	567	470	80	82	99	71	250	18	29	25	35
3—4	346	589	584	422	608	496	76	96	94	76	296	18.	38	34	38
4—5	322	583	527	452	572	467	64	100	76	67	290	18	41	42	41
5—6	287	494	436	441	484	392	63	90	58	50	233	22	38	40	29
6—7	262	376	395	378	383	303	70	69	53	48	197	22	30	32	19
7—8	243	289	399	300	289	245	76	60	54	52	154	23	23	21	20
8—9	274	194	372	227	190	202	75	58	44	46	123	21	18	11	19
9—10	177	97	282	159	119	155	62	44	26	34	80	13	13	7	12
10—11	113	47	190	123	85	110	47	23	14	25	52	5	10	3	7
11—12	79	36	153	99	65	72	41	14	9	18	48	2	8	2	3

In der Tabelle ist das Maximum der Gewitterhäufigkeit zwischen 2 und 5 Uhr Nachmittags ausserordentlich stark markirt, ein zweites, aber verhältnissmässig sehr schwaches Maximum findet in den frühen Morgenstunden statt, so dass im Allgemeinen um Mitternacht und in den Vormittagsstunden etwa von 6 bis 9 die Häufigkeit der Gewitter am geringsten ist.

In einer kürzlich erschienenen Abhandlung [74]) hat Hellmann gezeigt, dass die Wintergewitter in Mittel- und Nordeuropa mit Vorliebe bei Nacht auftreten, und dass wesentlich diesem Umstande das für Deutschland und anderwärts nachgewiesene secundäre Maximum in der täglichen Periode der Gewitterhäufigkeit zuzuschreiben ist. Bezüglich der Art der Gewitter in der täglichen und jährlichen Periode hebt Hellmann noch Folgendes hervor: „Die Wirbelgewitter treten am häufigsten in der kalten Jahres- und Tageszeit, die Wärmegewitter am häufigsten in der warmen Jahres- und Tageszeit auf."

Jährliche Periode der Gewitter.

	Beob.-Jahre.	December.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	September.	October.	November.	Jahr.
Memel	23	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	1,4	2,0	2,0	2,2	1,0	0,2	0,1	9,2
Danzig	22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	1,6	2,9	2,6	2,1	0,8	0,0	0,0	10,6
Hela	21	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	2,0	2,8	3,0	2,6	0,9	0,1	0,0	12,2
Cöslin	22	0,1	0,0	0,1	0,1	0,7	2,7	3,3	4,0	3,5	1,8	0,5	0,1	16,8
Stettin	23	0,0	0,1	0,1	0,2	0,8	2,6	3,6	3,3	3,3	1,6	0,2	0,1	16,0
Schönberg M.	20	0,2	0,3	0,2	0,3	0,6	2,4	4,0	3,9	2,2	2,0	0,3	0,2	17,6
Wustrow	21	0,1	0,1	0,1	0,1	0,8	2,4	3,6	3,5	2,8	1,3	0,2	0,1	16,0
Emden	28	0,1	0,1	0,1	0,4	0,7	2,5	2,8	3,2	3,9	1,8	0,8	0,4	16,8
Bremen	52	0,3	0,2	0,3	0,2	0,6	2,3	2,6	3,8	2,2	0,8	0,2	0,1	13,6
Hamburg	41	0,1	0,1	0,4	0,3	0,7	1,3	2,5	3,2	2,5	1,7	0,2	0,1	13,1
Tilsit	25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	2,6	3,9	3,9	3,1	3,4	1,0	0,1	18,3
Conitz	22	0,1	0,0	0,0	0,2	0,7	3,2	5,0	4,1	4,0	1,2	0,2	0,1	18,7
Bromberg	23	0,0	0,0	0,0	0,1	1,2	2,1	4,8	4,0	3,5	1,4	0,3	0,0	17,4
Posen	25	0,2	0,0	0,1	0,1	1,0	3,2	4,7	3,8	3,8	1,5	0,3	0,0	18,6
Berlin	24	0,1	0,0	0,0	0,1	1,0	3,1	3,7	3,3	2,9	1,0	0,1	0,1	15,5
Ratibor	23	0,1	0,1	0,0	0,1	1,3	3,3	5,4	4,2	3,8	1,5	0,2	0,0	19,9
Breslau	25	0,1	0,1	0,2	0,1	1,1	2,3	4,1	3,3	3,0	1,1	0,1	0,0	15,5
Görlitz	23	0,1	0,0	0,1	0,2	1,2	3,5	4,6	4,0	3,4	1,1	0,3	0,1	18,8
Halle	22	0,1	0,1	0,1	0,1	1,0	3,1	3,9	3,5	3,2	1,1	0,2	0,1	16,5
Heiligenstadt	22	0,1	0,2	0,1	0,1	0,8	2,6	3,5	3,8	3,5	1,4	0,2	0,1	16,3
Gütersloh	25	0,2	0,2	0,3	0,2	1,2	3,1	3,7	5,0	4,1	1,7	0,4	0,2	20,3
Salzwedel	22	0,1	0,1	0,2	0,1	1,2	4,3	5,2	6,6	4,4	2,0	0,3	0,1	24,5
Cöln	25	0,1	0,0	0,2	0,3	1,3	3,0	3,6	3,2	4,5	1,4	0,2	0,1	20,6
Trier	21	0,0	0,1	0,2	0,4	1,4	3,6	4,2	5,3	4,3	1,8	0,5	0,1	22,0
Stuttgart	61	0,0	0,1	0,1	0,1	1,0	3,3	3,9	3,3	1,0	0,8	0,1	0,1	15,8
München	18	0,0	0,0	0,0	0,6	1,8	4,2	5,6	5,1	5,0	1,8	4,0	0,1	28,2
Regensburg	61	0,1	0,1	0,1	0,2	1,4	3,6	4,5	4,7	4,4	1,4	0,2	0,0	20,7
Wien	58	0,1	0,2	0,1	0,1	1,1	3,6	4,1	4,3	4,0	1,4	0,2	0,1	19,3
Zürich	90	0,0	0,0	0,1	0,2	1,5	2,8	4,5	4,0	4,5	1,3	2,3	1,1	22,3

Die jährliche Periode der Gewitter ist in unseren Gegenden ebenso ausgesprochen, wie die tägliche. Die Zusammenstellung in der obenstehenden Tabelle giebt einen Ueberblick über die Gewitter-

häufigkeit hauptsächlich in Deutschland, die Zahlen für Norddeutschland sind fast sämmtlich aus der Zusammenstellung von Hellmann[75]), die für den Süden derjenigen von Klein[76]) entnommen.

Nach dieser Tabelle nimmt die mittlere jährliche Anzahl der Gewitter im Allgemeinen nach West und Süd zu. Das Maximum der Gewitterhäufigkeit in der jährlichen Periode fällt auf den Juni und Juli, in welchen beiden Monaten fast der dritte Theil der jährlichen Gewitter stattfindet. Die Gewittercurve hat eine grosse Aehnlichkeit mit den Curven für die jährliche Periode der Wärme und der Regenmenge. Nach v. Bezold[77]) erreicht die Häufigkeit der Sommergewitter ein erstes Maximum in der ersten Junihälfte, ein zweites, und wie es scheint, intensiveres Maximum fällt auf das Ende des Juli und Anfang August, welche beide Maxima mit dem doppelten Maximum der Gewitterfrequenz der mediterranen Subtropenzone im Frühjahr oder Frühsommer und im Herbste im Zusammenhange zu stehen scheinen. Diese doppelte Periodicität ist nach v. Bezold nur ein Nachklang des zweifachen Wärmemaximums der Aequatorialzone.

Wintergewitter sind in Deutschland sehr selten und beschränken sich fast nur auf das nordwestliche Küstengebiet. Auf diese Gewitter werden wir noch weiter unten gelegentlich zurückkommen.

Ueber die Fortpflanzungsrichtung der Gewitter in Deutschland liegen bis jetzt nur wenige Untersuchungen vor, wie z. B. diejenige von v. Bezold über den Zeitraum von 1879—82, welche das Resultat (für Bayern) ergiebt, dass die Gewitter im Allgemeinen von West nach Ost ziehen, und zwar in Begleitung kleinerer localer Depressionen, die einem Hauptminimum angehören, dessen Centrum im Norden liegt; liegt letzteres Centrum im Süden, so schlagen die Gewitter die seltenere ostwestliche Zugsrichtung ein.

Dabei hat der Raum, auf welchem gleichzeitig Gewitter stattfinden, gewöhnlich die Form eines langen, schmalen Bandes, welches auf der Fortpflanzungsrichtung der Gewitter senkrecht steht.

Es giebt bestimmte Gegenden, welche die Entstehung von Gewittern begünstigen (Gewitterherde); solche sind nach v. Bezold die sumpfigen Niederungen zwischen den grösseren Seen und den Alpen (z. B. zwischen Ammersee, Starnbergersee und Alpen, zwischen Chiemsee und Alpenkette), der Westabhang des Böhmerwaldes. Die ausgedehntesten, Bayern durchziehenden Gewitter dürften ihren Ursprung zwischen Rhein und Schwarzwald haben. Ueberhaupt

eignen sich Orte, die eine locale Erwärmung besonders begünstigen und zugleich viel Wasserdampf liefern können, zur Entstehung kleinerer, mehr localer Gewitter.

g) Windrosen.

Es ist bekannt, dass durch den Wind die Witterung der einen Gegend nach der anderen transportirt wird, so dass die gegenwärtigen und zukünftigen Witterungsphänomene in innigem Zusammenhange stehen mit den Windverhältnissen und ihren Aenderungen. Diese Beziehungen sind so auffallend, dass man schon frühzeitig darauf aufmerksam wurde, indem schon Lambert 1771 vorschlug, nach den Winden die Witterungsverhältnisse zu classificiren. L. v. Buch (1818) und nachher insbesondere Dove haben durch Berechnung der Windrosen damals die meteorologische Wissenschaft nicht unerheblich gefördert. Da man aber bei der Berechnung der Windrosen die Wahrnehmung machte, dass eine und dieselbe Windrichtung in derselben Jahreszeit mit sehr verschiedenem Witterungscharakter behaftet sein kann, so war dieser Umstand für die allgemeine Anwendung dieser Untersuchungsmethode durchaus hinderlich. Die Windrichtung allein giebt uns keinen vollständigen Aufschluss darüber, woher der Wind kommt und welchen Weg er zurückgelegt hat. „Die Winde," sagt Dove, „sind Lügner, die ihren Ursprung verleugnen." Wir wissen, dass der Wind (auf der nördlichen Hemisphäre) um ein barometrisches Minimum gegen die Bewegung der Uhrzeiger, um ein Maximum mit derselben kreist, so dass also die Winde bei beiden Luftdruckzuständen verschiedenen Ursprung und verschiedenen Charakter zeigen. So entspringt beispielsweise der SE aus einem S oder SW, wenn er einem Depressionscentrum angehört, einem E oder NE, wenn er einem Maximum angehört, in beiden Fällen zeigt derselbe einen ganz verschiedenen Charakter, wie aus den täglichen Wetterkarten überall hervorgeht.

Von dieser Idee ausgehend ordnete Köppen[78]) das zweijährige Beobachtungsmaterial St. Petersburgs (1872/73) von 7^h a. m. auf Grundlage der synoptischen Wetterkarten nach 4 Kategorien:

1) das Centrum der Isobare von St. Petersburg liegt im niederen Luftdrucke — Cyclone; 2) im höheren Luftdrucke — Anticyclone; 3) diese Isobare verläuft auf längerer Strecke — über ganz Europa — geradlinig, oder in unregelmässigen geringen Knickungen

I. Oktober bis März.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Diff.
Cyclone.									
Zahl . . .	5	5	7	12	28	26	9	13	—
Stärke . . .	2,4	2,2	2,0	2,8	2,8	3,2	2,9	2,8	—
Luftdruck .	— 10,8	— 8,0	— 5,0	— 6,8	— 8,6	— 9,9	— 8,5	— 8,5	5,8
Temperatur .	+ 0,6	+ 2,0	+ 2,6	+ 4,0	+ 5,6	+ 5,5	+ 3,7	— 1,9	7,5
Bewölkung .	9,4	10,0	10,0	10,0	9,3	8,5	7,3	7,5	2,7
Regenwahrscheinlkt.	0,8	1,0	0,5	0,9	0,7	0,8	0,7	0,6	0,5
Anticyclone.									
Zahl . . .	4	4	12	20	15	20	12	13	—
Stärke . . .	2,0	1,8	1,7	2,3	1,8	2,0	2,7	2,1	—
Luftdruck .	+ 2,3	+ 11,5	+ 13,1	+ 10,9	+ 10,1	+ 7,1	+ 1,1	+ 5,4	12,0
Temperatur .	— 6,5	— 3,0	— 7,1	— 2,2	— 1,9	+ 3,6	+ 5,8	— 0,1	12,9
Bewölkung .	6,7	8,8	4,9	8,0	8,0	8,7	7,2	7,2	3,9
Regenwahrscheinlkt.	0,5	0,2	0,2	0,7	0,5	0,3	0,5	0,2	0,5
Neutral.									
Zahl . . .	6	5	10	25	23	10	7	13	—
Stärke . . .	2,0	1,8	3,1	2,6	1,9	2,3	2,1	3,0	—
Luftdruck .	+ 5,7	+ 4,6	+ 5,0	+ 1,7	+ 2,1	— 2,6	— 0,4	— 3,4	9,1
Temperatur .	— 0,8	— 5,6	— 3,5	+ 1,7	+ 4,1	+ 7,1	+ 2,4	— 0,6	12,7
Bewölkung .	7,3	7,2	6,5	8,8	9,0	9,1	6,9	5,4	3,7
Regenwahrscheinlkt.	0,8	0,6	0,5	0,5	0,5	0,3	0,4	0,5	0,5

II. April bis September.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Diff.
Cyclone.									
Zahl . . .	7	8	11	29	18	21	14	10	—
Stärke . . .	2,0	1,5	2,2	2,5	1,6	2,0	2,0	2,8	—
Luftdruck .	— 6,9	— 2,9	— 4,7	— 5,9	— 8,7	— 6,2	— 6,6	— 7,4	5,6
Temperatur .	— 5,0	— 1,0	+ 0,5	+ 1,0	+ 1,9	+ 1,7	— 2,3	— 0,7	6,9
Bewölkung .	7,1	8,5	7,6	7,7	7,9	6,2	7,1	4,6	3,9
Regenwahrscheinlkt.	0,9	0,8	0,8	0,7	0,8	0,9	0,6	0,4	0,5
Anticyclone.									
Zahl . . .	12	12	6	11	2	6	9	8	—
Stärke . . .	1,7	1,0	1,3	2,4	1,0	1,2	1,9	1,0	—
Luftdruck .	+ 3,3	+ 7,2	+ 5,5	+ 4,4	+ 3,5	+ 1,3	+ 3,1	+ 5,1	5,9
Temperatur .	— 0,1	+ 0,6	+ 1,1	+ 1,4	+ 1,0	+ 3,5	+ 1,4	+ 0,3	3,6
Bewölkung .	4,1	3,6	5,3	4,5	5,0	3,0	4,8	3,5	2,3
Regenwahrscheinlkt.	0,2	0,2	0,0	0,5	0,0	0,0	0,2	0,1	0,5
Neutral.									
Zahl . . .	8	27	10	17	6	12	4	10	—
Stärke . . .	1,5	1,4	2,5	1,8	2,0	1,8	1,2	2,0	—
Luftdruck .	+ 1,9	+ 3,4	+ 1,3	+ 2,5	+ 0,3	+ 0,8	0,0	+ 1,8	3,4
Temperatur .	— 3,8	0,0	— 1,0	+ 2,4	+ 3,8	+ 2,6	— 1,0	+ 1,1	7,6
Bewölkung .	5,6	5,4	6,6	5,9	7,7	4,6	4,7	6,1	3,1
Regenwahrscheinlkt.	0,1	0,3	0,5	0,4	0,7	0,3	0,3	0,6	0,5

(neutral); 4) St. Petersburg liegt im windstillen Centrum einer Anticyclone oder ihm sehr nahe. Wenn auch zweijährige Beobachtungen für die Berechnung der Windrosen eine sehr kurze Zeit sind, so lassen die Resultate die charakteristischen Züge doch sehr gut erkennen. Wir gaben daher umstehend einen Auszug der Köppen'schen Tabellen für Luftdruck, Temperatur und Regenwahrscheinlichkeit (für St. Petersburg; die Zahlen für Luftdruck und Temperatur bedeuten Abweichungen vom Mittel).

Nach der Bessel'schen Formel berechnet ergiebt sich für die Lage der Extreme der thermischen Windrose und die Amplitude derselben:

	Winterhalbjahr			Sommerhalbjahr		
	Cyclone.	Anti-Cyclone.	Neutral.	Cyclone.	Anti-Cyclone.	Neutral.
Temperatur-Abw. Mittel der 8 Windstriche	+ 2,76°	— 1,42°	+ 0,60°	— 0,49°	+ 1,15°	+ 0,51
Richtung d. wärmsten Windes	S 3° E	S 68° W	S 41° W	S 12° E	S 22° W	S 5° W
„ „ kältesten „	N 3° W	N 68° E	N 41° E	N 12° W	N 22° E	N 5° E
Wärmster — kältester Wind	5,8°	10,3°	10,2°	5,1°	2,1°	5,2°

Es ist bekannt, dass ein Witterungsumschlag eintreten kann, ohne dass die Windrichtung sich ändert; dieses erklärt sich daher, dass der Wind, ohne Aenderung der Richtung, aus der anticyclonalen Krümmung in die cyclonale übergeht, wenn beispielsweise ein Minimum im Westen sich nähert, und umgekehrt.

Wir haben die Köppen'schen Windrosen hier ziemlich ausführlich besprochen, weil dieselben für die Zwecke der ausübenden Witterungskunde von sehr grosser Wichtigkeit sind und hierdurch dargethan ist, dass die Benutzung des wettertelegraphischen Materials zu wissenschaftlichen Untersuchungen durchaus fruchtbringend sein kann. Es erscheint sehr wünschenswerth, dass die obige Methode auch für andere Orte zur Anwendung gebracht wird.

Unabhängig von den synoptischen Wetterkarten berechnete Schreiber[79]) aus 15jährigen Beobachtungen in Leipzig Windrosen für Luftdruck, Temperatur, absolute und relative Feuchtigkeit, Bewölkung und Regenwahrscheinlichkeit, indem er die 3mal täglichen Beobachtungen (zusammen 16 265 Fälle) nach 6 Gruppen ordnete:

1) Wind schwach, Barometer über 755mm, 3) Wind schwach, Barometer 745—755mm,
2) „ stark, „ „ „ 4) „ stark, „ „
5) Wind schwach, Barometer unter 745mm,
6) „ stark, „ „ „

Aus den sehr umfassenden und detaillirten Tabellen wollen wir hier die Hauptresultate wiedergeben:

Gruppe.		Zahl der Windrichtungen.				Thermische Windrose (Abweichungen).				Relative Feuchtigkeit (Abweichung vom Mittel).			
		NE	SE	SW	NW	NE	SE	SW	NW	NE	SE	SW	NW
Winter	1	173	290	472	139	− 5,1	− 2,8	+ 1,1	− 1,3	+ 3	0	+ 1	+ 2
	2	118	66	220	82	− 6,0	− 1,6	+ 2,8	− 0,4				
	3	150	288	379	111	− 4,1	− 1,3	+ 1,6	− 1,7	+ 4	+ 1	− 2	+ 2
	4	114	110	439	121	− 5,2	− 0,8	+ 3,7	− 0,4				
	5	33	80	97	36	− 2,4	+ 1,2	+ 2,7	− 0,1	+ 6	+ 1	− 3	+ 5
	6	38	63	292	45	− 4,3	+ 0,2	+ 4,5	− 0,2				
Frühling	1	200	199	165	168	− 1,3	+ 0,1	+ 0,1	− 1,1	− 2	− 4	0	0
	2	92	55	35	100	− 1,4	+ 0,9	+ 0,7	− 1,3				
	3	278	385	503	313	− 0,5	+ 1,4	+ 0,6	− 1,0	0	− 5	− 1	+ 1
	4	145	109	287	294	− 1,9	+ 1,9	+ 1,5	− 2,3				
	5	75	124	171	70	− 0,1	+ 1,7	+ 1,4	− 1,0	+ 7	+ 4	+ 3	+ 8
	6	48	50	159	84	− 1,5	+ 1,7	+ 1,7	− 2,3				
Sommer	1	156	150	182	240	− 0,2	+ 0,9	+ 0,3	− 1,0	− 5	− 6	0	− 3
	2	25	12	31	115	− 0,5	+ 1,2	+ 0,2	− 1,4				
	3	271	485	775	446	+ 1,1	+ 2,1	+ 0,4	− 0,6	0	− 4	+ 2	+ 3
	4	79	86	446	324	+ 0,7	+ 3,5	0,0	− 1,7				
	5	15	34	52	29	− 0,1	+ 1,6	0,0	− 1,3	0	− 4	+ 2	+ 2
	6	9	17	106	19	+ 0,5	+ 3,4	− 1,3	− 3,1				
Herbst	1	250	272	227	169	− 2,8	− 1,8	− 0,1	− 1,2	0	− 2	0	+ 1
	2	86	45	103	77	− 1,9	− 0,1	+ 1,0	− 0,7				
	3	204	432	535	168	− 1,0	+ 0,2	+ 0,5	− 0,7	+ 7	0	− 1	+ 5
	4	68	111	504	134	− 1,7	+ 0,6	+ 1,3	− 0,8				
	5	41	112	144	38	0,0	+ 1,2	+ 0,7	− 0,3	+ 9	+ 4	+ 1	+ 10
	6	18	54	267	37	− 0,5	+ 1,8	+ 1,3	− 0,8				

Gruppe.		Bewölkung (0—10) Abweichung vom Mittel.				Regenwahrscheinlichkeit Abweichung vom Mittel.				Regenmenge (mm) Abweichung vom Mittel			
		NE	SE	SW	NW	NE	SE	SW	NW	NE	SE	SW	NW
Winter	1, 2	+ 0,2	− 3,1	− 0,6	+ 0,6	− 5	− 30	− 2	+ 25	− 0,5	− 1,1	− 0,6	+ 0,3
	3, 4	+ 0,9	− 0,8	+ 0,5	+ 1,7	− 4	− 17	+ 9	+ 22	+ 0,1	− 0,4	+ 0,3	+ 0,9
	5, 6	+ 1,8	+ 0,3	+ 0,6	+ 1,9	− 5	− 7	+ 29	+ 39	− 0,2	− 0,5	+ 0,9	+ 0,7
Frühling	1, 2	− 1,7	− 3,7	− 0,6	+ 0,5	− 24	− 33	− 6	+ 1	− 1,2	− 1,4	− 0,4	− 0,8
	3, 4	+ 1,8	− 1,8	+ 0,5	+ 1,4	− 4	− 22	+ 8	+ 17	− 0,1	− 1,1	− 0,2	+ 0,4
	5, 6	+ 2,0	+ 0,9	+ 1,0	+ 2,3	+ 15	+ 6	+ 26	+ 38	+ 1,2	− 0,4	+ 1,5	+ 2,9
Sommer	1, 2	− 2,0	− 3,0	− 1,0	− 0,3	− 24	− 38	− 14	− 13	− 1,3	− 1,9	− 1,4	− 1,0
	3, 4	+ 0,8	− 2,0	+ 0,4	+ 0,5	− 16	− 22	+ 10	+ 10	− 1,2	− 1,3	+ 0,5	+ 0,7
	5, 6	+ 2,0	+ 1,6	+ 2,3	+ 3,2	− 8	− 20	+ 36	+ 32	+ 1,0	+ 0,2	+ 4,1	+ 4,4
Herbst	1, 2	− 1,5	− 4,5	− 0,7	+ 0,5	− 22	− 34	− 9	+ 3	− 1,3	− 1,4	− 1,1	− 0,7
	3, 4	− 0,3	− 1,7	+ 0,5	+ 2,1	− 7	− 22	+ 10	+ 24	0,0	− 0,8	− 0,1	+ 1,7
	5, 6	+ 2,6	+ 1,1	+ 1,5	+ 2,3	+ 6	+ 9	+ 34	+ 35	+ 2,4	+ 0,7	+ 1,7	+ 4,8
Mittel:		Winter 7,3, Frühling 6,5, Sommer 6,3, Herbst 6,7.				Winter 37, Frühling 41, Sommer 44, Herbst 41.				Winter 1,2, Frühling 1,6, Sommer 2,1, Herbst 1,5.			

Diese Tabellen bieten manches Lehrreiche und gewähren werthvolle Anhaltspunkte für die Wetterprognose. Die Resultate, welche Schreiber selbst aus diesen Untersuchungen zieht, sind folgende:

„1) Es besteht keine Abhängigkeit erster Ordnung des Barometerstandes von der Windrichtung.

2) Barometerstand und Windrichtung sind Functionen der allgemeinen Witterungsverhältnisse über einem grösseren Gebiet.

3) Die Temperatur eines Ortes hängt von der Windrichtung in erster Linie, von dem Barometerstand in zweiter Linie ab, derart, dass, je höher der Druck ist, um so tiefer die Temperatur aller Strömungen. Nur der Sommer macht hievon eine Ausnahme. Bei tiefem Barometerstand haben die Winde eine mehr erwärmende Einwirkung.

4) Die Einwirkung von Windrichtung und Barometerstand auf die absolute Feuchtigkeit ist complicirt und nicht sehr bedeutend. Im Allgemeinen scheinen die wärmsten Strömungen auch die grösste Menge Dampf mit sich zu führen.

5) Relative Feuchtigkeit, Bewölkung, Wahrscheinlichkeit und Höhe des Regens sind in erster Linie Funktionen des Luftdruckes, und zwar stehen sie zum Luftdruck im umgekehrten Verhältniss. Jedoch sind diese Elemente auch in zweiter Linie von der Windrichtung abhängig.

6) Daraus scheint weiter hervorzugehen, dass das Barometer in der That bei uns den Namen verdient, welchen ihm der Volksmund gegeben hat, dass es in der That ein Wetterglas ist."

2) Barometrische Maxima (Anticyclonen).

Die oben besprochene und durch Karten (Fig. 15 und 16) veranschaulichte mittlere Luftdruckvertheilung tritt in den einzelnen synoptischen Karten von Europa mit grosser Entschiedenheit in den Vordergrund. Als charakteristische Züge dieser Druckvertheilung heben wir hervor: den hohen Luftdruck im Süden Europas und die Abnahme desselben nach Nord und insbesondere nach Nordwest über die britischen Inseln hinaus und die hierdurch bedingten lebhaften südwestlichen Winde, sowie die Schwächung dieser Luftdruckvertheilung im Frühjahr durch Zunahme des Luftdruckes über Nordeuropa und Abnahme im Süden, womit eine Schwächung der südwestlichen Luftströmung, und häufigere Umkehrung der Gradienten mit Eintritt nordöstlicher Winde verknüpft ist.

Der hohe Luftdruck über Südeuropa ist im Winter die Brücke zwischen dem atlantischen barometrischen Maximum der Rossbreiten, welches den Passat von der Zone der vorherrschenden Westwinde trennt, und dem grossen Maximum des asiatischen Continentes; im

Sommer dagegen hat das asiatische Maximum einem Minimum Platz gemacht, während das atlantische Maximum sich auf den Ocean beschränkt, häufig schwache Ausläufer nach Südwesteuropa entsendend. Die eben genannte Brücke hohen Luftdruckes, welche Wojeikof[80]) „die grosse Axe des Continentes" nennt, ist in der kälteren Jahreszeit sehr wichtig, indem sie das Gebiet nördlicher und östlicher Luftströmung im Süden von demjenigen südlicher und westlicher Winde im Norden scheidet.

Die beiden grossen barometrischen Maxima, das der Rossbreiten über dem atlantischen Ocean und das nur in der kälteren Jahreszeit existirende im continentalen Asien, spielen bei den Witterungsvorgängen in unseren Gegenden, wie ich noch des Näheren zeigen werde, die Hauptrolle. Im Winter breitet sich nicht selten der hohe Luftdruck des asiatischen Maximums über Nordeuropa aus, östliche Winde mit klarer, trockener und eisig kalter Luft hervorrufend, zuweilen umschliesst es Centraleuropa, welches jetzt, ausser dem Bereiche des warmen feuchten oceanischen Luftstromes liegend, unter dem Einflusse der durch klare, trockene und ruhige Luft begünstigten Ausstrahlung rasch und stark erkaltet, oder er verschiebt sich nach Südosteuropa oder der Alpengegend und schafft der oceanischen Luft über Europa freien Zutritt, welche jetzt im breiten lebhaften Strome bis weit in den Continent vordringt, überall mildes, feuchtes Wetter hervorbringend.

Ebenso beeinflusst das atlantische Maximum Wind und Wetter in unseren Gegenden und zwar in allen Jahreszeiten: gewöhnlich, insbesondere im Winter, sendet es eine Zone hohen Luftdruckes zungenförmig nach Südwesteuropa hinüber, über das Alpengebiet hinaus, und begünstigt so die Entwickelung und das Vorwalten südwestlicher und westlicher Winde, zu allen Jahreszeiten Trübung und Niederschläge, im Sommer Kühlung, im Winter Erwärmung bringend. Indessen breitet sich dieser hohe Luftdruck nicht selten weiter nordwärts aus nach Westfrankreich oder nach den britischen Inseln und diese Situation ist durch feuchte und kühle Witterung gekennzeichnet, wie sie insbesondere im Frühjahr und Sommer vorzukommen pflegt. Greift dieser hohe Luftdruck nach unseren Gegenden hinüber, wobei (in der kälteren Jahreszeit) öfters eine Verbindung mit dem asiatischen Maximum stattfindet, so ist die Witterung ruhig und heiter, im Winter kalt, im Sommer warm. Von diesen beiden grossen barometrischen Maxima lösen sich nicht selten kleinere Theile los, die dann eine kürzere oder längere Zeit Bestand haben, sich selbst-

ständig weiter umgestalten und fortbewegen, oder es entwickeln sich auf irgend einem Gebiete barometrische Maxima, die gewöhnlich wieder rasch verschwinden, oder sich an ein Hauptmaximum anlehnen.

Die barometrischen Maxima haben nach diesen wenigen Andeutungen auf unsere Witterungsvorgänge, ja auf den Witterungscharakter ganzer Monate und Jahreszeiten einen entscheidenden Einfluss, so dass wir nicht unterlassen können, dieselben hier eingehend zu besprechen.

Die Entstehung und Unterhaltung der die Tropenzone einschliessenden Gürtel hohen Luftdruckes haben wir bereits oben näher betrachtet; es war der in der Höhe niedersinkende Luftstrom das ursächliche dieser Erscheinung, wodurch die Luftdruckdifferenzen unterhalten, oder vielmehr stets von Neuem hervorgerufen und ein Kreislauf in den atmosphärischen Bewegungen verursacht wurde. Auch die Anticyclonen unserer Gegenden werden durch Luftmassen gespeist, welche aus grösserer Höhe, entweder aus anomal erwärmten Gegenden niederer Breiten oder aus Gebieten niederen Luftdruckes (Depressionen), welche beständig den hohen Luftdruck umkreisen, abfliessen und niedersinken, so dass hierdurch die unten nach allen Seiten hin fortströmenden Luftmassen ersetzt werden und eine vertikale Circulation der Luft unterhalten wird. Während die Depressionen gewöhnlich nur einen verhältnissmässig geringen Querschnitt haben, aber in ihrer Umgebung eine sehr energische Luftbewegung, überdecken die barometrischen Maxima meist grosse Länderstrecken und zeigen innerhalb ihres Umfanges Winde, die im Innern ausserordentlich schwach sind und nach der Peripherie hin nur sehr langsam an Stärke zunehmen.

Ein vertikaler Kreislauf der Luftmassen im obigen Sinne kann nur dadurch zu Stande kommen, dass der nach aussen gerichtete Gradient über dem barometrischen Maximum nach und nach mit der Höhe abnimmt, bis er in einer gewissen Höhe Null wird, worauf er dann in den entgegengesetzten, nach innen gerichteten übergeht und an Grösse zunimmt. In der Umgebung der angrenzenden Cyclonen scheint der Gradient gewöhnlich eine ähnliche Aenderung mit der Höhe zu zeigen, so dass derselbe in den untersten Schichten nach innen gerichtet ist, in gewisser Höhe Null wird und dann in den entgegengesetzten übergeht. Ueber dem Maximum sind die Flächen gleichen Druckes unten nach aussen hin, in der Höhe nach innen hin abwärts geneigt, getrennt durch eine hori-

zontale Fläche gleichen Druckes (neutrale Schichte); während über der Depression die Druckflächen das umgekehrte Verhalten zu zeigen scheinen. Hiernach befindet sich in der Höhe über der Anticyclone eine Cyclone und über der Cyclone eine Anticyclone wie folgende schematische Figur zeigt, welche auch den vertikalen Kreislauf der Luft veranschaulicht.

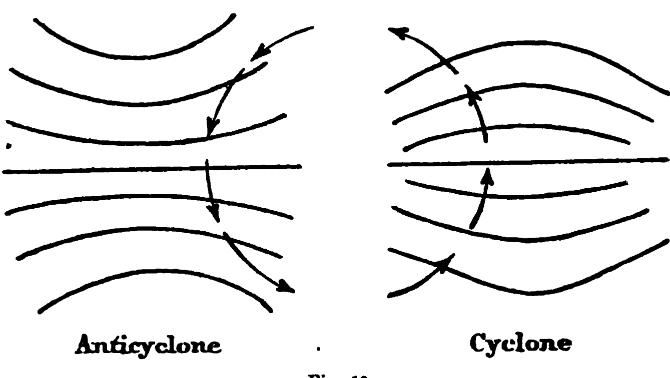


Fig. 18.

Dieser Luftdruckvertheilung entsprechend ist die Grösse der Luftbewegung nach der horizontalen Componente in der neutralen Luftschichte Null und nimmt nach unten und nach oben hin zu, und zwar im entgegengesetzten Sinne.

Da die Strömung der Luftmassen über dem barometrischen Maximum in der Höhe nach dem centralen Gebiete hingeht, und unten von diesem sich entfernt, so muss in jenem die Luft herabsinken zum Ersatze der unten abfliessenden Luft.

Beim Herabsinken wird die Luft erwärmt und zwar für je 100^m um nahezu 1° C., dabei nimmt die relative Feuchtigkeit der Luft beständig ab, und diese erlangt die Fähigkeit, den von der Erdoberfläche kommenden Wasserdampf leicht in sich aufzunehmen. Hiernach werden wir über dem Gebiete des Maximums warme und trockene Luft antreffen. Indessen ist dieses in den unteren Luftschichten nicht der Fall, vielmehr zeigen diese in der kälteren Jahreszeit gewöhnlich eine ausserordentlich grosse Kälte, so dass unsere strengen Winter der Entwickelung und Beständigkeit von Luftdruckmaxima ihren Ursprung und ihre längere Dauer verdanken. Die Bewegung der über dem Maximum herabsinkenden Luft erlahmt nämlich nach und nach und geht in einer gewissen Entfernung von der stark abgekühlten Erdoberfläche, auf welcher eine kalte schwere

Luftschicht unmittelbar aufliegt, in die horizontale Richtung über. Besonders geeignet zur Ansammlung von kalter Luft sind die Thalbecken, die bei diesem Zustand von jeder Circulation ausgeschlossen sind. Die in diesen sich entwickelnden Wasserdämpfe condensiren sich bei Unterbrechung der Insolation zu Nebeln, welche sich immer weiter aufwärts ausbreiten bis hinauf zu den Regionen, wo die warme trockene Luft herniedersinkt. Da die Luftschichten sich nach der Schwere über einander ordnen und das Niedersinken des von oben kommenden Luftstroms in sehr schräger Richtung geschieht, die weiter unten in die horizontale übergeht, so kommt es nicht selten vor, dass die Nebelschichte in einer gewissen Höhe ganz scharf von trockener klarer Luft begrenzt ist und von den daraus hervorragenden Berggipfeln gesehen, wie ein leicht wogendes Meer aussieht, eine Erscheinung, die man selbst auf niedrigen Berggipfeln oft zu sehen Gelegenheit hat.

Hierdurch ist der Wärmetransport von oben her für die untere Luftschichte fast vollständig abgeschnitten und nur selten stürzen die warmen Luftmassen föhnartig in die Niederungen. Daher erklärt es sich, warum die eben dargelegten Zustände sich so lange erhalten können.

Ein schönes Beispiel ist das Luftdruckmaximum, welches sich am 23. Januar 1876 über Mitteleuropa einstellte und sich daselbst bis zum 3. Februar erhielt. Am 24. und 25. erreichte der Luftdruck im Meeresniveau vom südlichen England bis Mittelitalien hinab 778—780^{mm}. Die Witterungserscheinungen während der Herrschaft dieses Maximums sind von Hann[81]) eingehend untersucht worden und haben einige sehr wichtige Resultate zu Tage gefördert. Während der ganzen Zeit vom 25. Januar bis zum 4. Februar war der Witterungscharakter in den Niederungen ein höchst gleichförmiger. Eine dichte Nebelhülle lag entweder auf der Erdoberfläche selbst, oder hob sich nur wenige 100 Fuss von derselben, während Bäume, Sträuche, Zäune und selbst die vorspringenden Kanten und Ecken der Gebäude sich mit silberglänzendem Rauhfrost von seltener Intensität bekleideten. Der Wind war in dieser ganzen Zeit sehr schwach und kam aus östlicher Richtung; vorherrschend war Windstille. Die Temperatur sank in Wien zugleich mit dem Eintritt des Luftdruckmaximums und dem Einfallen des Nebels unter das Mittel und hielt sich Tag und Nacht fast gleichförmig zwischen — 8° und — 5° C.

Dagegen in den Alpenhöhen, wo bei Eintritt des Maximums

ebenfalls schwache Winde und Windstille eintraten, war die Luft klar und trocken, während die Temperatur andauernd erheblich über der normalen lag. Die kalte Luftschichte, welche keine bedeutende Mächtigkeit hatte, zeigte keine einheitliche horizontale obere Begrenzung; die grösste Kälte herrschte in den tieferen Thalbecken, aber auch die höchstgelegenen Thäler waren mit kalter Luft angefüllt, während Bergabhänge in gleicher Höhe sich der milden Temperatur der freien Atmosphäre zu erfreuen hatten.

Die Temperaturzunahme mit der Höhe folgt aus folgender Zusammenstellung nach Hann, in welcher die Temperaturmittel für die 10 Tage vom 22. bis 31. Januar für 7^h a. m. und 9^h p. m. gegeben sind.

St. Paul . .	894m	— 9,9°	Klagenfurt .	440m	— 12,4°	Bad Villach .	488m	— 13,8°
Kamp . . .	1106	— 1,8	Fellach . . .	805	— 5,8	Bleiberg . .	892	— 7,4
			Obir I. . . .	1060	— 2,5			
Eberstein .	598	— 7,0	Petzen . . .	1484	— 0,7	Gottesthal . .	482	— 11,8
Micheldorf .	626	— 9,0				Tröpolach . .	593	— 13,7
Hüttenberg .	788	— 5,3	Saifnitz . . .	817	— 8,5	Cornat . . .	1040	— 0,5
Hausdorf . .	924	— 6,7	Raibl . . .	981	— 3,0			
						Lienz . . .	657	— 8,7
Maltein . .	824	— 4,1	Salzburg . .	424	— 8,6	Ober-Vellach .	670	— 6,5
St. Peter . .	1217	— 4,0	Werfen . . .	547	— 9,8	Fleiss . . .	2740	— 5,7
			Abtenau . . .	711	— 8,8			
Sachsenburg .	546	— 10,1	St. Johann .	595	— 7,8	Tamsweg . .	1014	— 14,8
Oberdrauburg	610	— 10,2				Rauris . . .	1138	— 7,4
Berg . . .	713	— 5,3	Zell a. See . .	745	— 14,0			

Also überall in denselben Thälern und Landestheilen nimmt die Temperatur mit der Höhe zu, aber in gleichen Höhen ist sie nicht dieselbe.

Das Tagesmittel der relativen Feuchtigkeit betrug:

Januar 1876	—	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Chaumont	1150m	100	85	66	61	58	65	69	72	68	65
Neuchatel	488	97	98	94	95	99	98	99	100	99	100

Die mittlere Bewölkung vom 22. bis 30. Jan. hatte den Werth:

Salzburg . . .	430m	4,0°	Neuchatel . .	488m	10,0°	Rauris	1158m	2,3°
Klagenfurt . .	440	4,8	St. Georg . .	563	6,9	Fleiss	1740	2,5
Ischl	456	3,3	Lienz	667	1,7	Schafberg . . .	1756	3,2
Zürich	480	9,5	Chaumont . .	1152	2,6	Rigikulm . . .	1784	2,4

Die eben hier betrachteten Erscheinungen wiederholen sich fast stets bei barometrischen Maxima, so dass sie für diese ganz charakteristische Erscheinungen sind. Dass aber auch die warmen niedersteigenden Luftströme in die Niederungen herabgehen, und dort die Wärme erheblich erhöhen können, zeigen die barometrischen Maxima Ende December 1881 und Mitte Januar 1882[82]).

Am 27. und 28. December 1881 trat ein warmer trockener

Wind aus dem Barometermaximum in den Niederungen selbst heraus, eine Erscheinung, welche sich in auffallender Weise in Wien und Umgebung bemerkbar machte, und welche sich etwa einen halben Monat später, um Mitte des Januar 1882, wiederholte.

Den Einfluss der Alpen auf die Vorgänge in einem darüber hinziehenden Luftdruckmaximum hat Lingg eingehend besprochen[83]), wir geben die Resultate seiner Abhandlung hier wieder:

„1) Die Fläche gleicher Luftdruckwerthe werden von unten an, im Verhältniss der horizontalen Ausdehnung der Gebirgsmassen und deren Abnahme nach aufwärts gehoben. Diese Hebung erstreckt sich um so weiter hinauf, je höher das Gebirge ansteigt; sie nimmt bis an den Gebirgskamm in dem eben bezeichneten Verhältniss zu und pflanzt sich, allmählich wieder abnehmend, über demselben bis an die neutrale Druckfläche fort; diese folgt der Wirkung von unten so lange, bis der Luftraum zwischen ihr und der Gebirgsoberfläche gleich demjenigen wird, welcher ausserhalb des Gebirges zwischen dem Boden, beziehungsweise der Meeresfläche und ihr bestand.

Die Zunahme der Abstände der Druckflächen, also der Höhendifferenz gleicher Luftdruckdifferenzen wächst mit der horizontalen Ausdehnung der Gebirgserhebung nach abwärts; die Summe dieser Zunahme aber wächst nach aufwärts bis an den Gebirgsscheitel, wo die Zunahme aufhört.

2) Die auf das Gebirge niedersinkenden Luftmassen kommen hierdurch um den Betrag der Hebung der Druckflächen früher unter dem Druckwerthe der letzteren und demnach mit relativ grösserer, durch die hiebei erfahrene Compression erzeugter Temperaturerhöhung in deren Niveaux an, als ohne den Bestand des Gebirges.

3) Durch diese gegen die Axe des Gebirges zunehmende Hebung, also umgekehrt nach auswärts entstehende Neigung der Druckflächen werden in dieser Richtung Gradienten hervorgerufen, welche den niedersinkenden Luftmassen eine Bewegung nach auswärts mit gesteigerter Geschwindigkeit verleihen.

4) Diese letztere verhindert den erkältenden Einfluss der zum grossen Theile mit Schnee und Eis bedeckten Oberfläche der Gebirgsmassen auf die an ihren Hängen auf die Thalräume um so rascher niederfallende Luft, so dass dieselbe ihre immer mehr zunehmende Compressionswärme ohne wesentlichen Verlust bis an die Sohle ihres Abfalles bewahren kann und an dieser demnach mit einer Temperatur anlangt, wie sie sich für einen absteigenden Strom trockener Luft berechnet.

5) Dieser Luftstrom findet aber in den Thalräumen keinen Abfluss und muss sich deshalb bis an das Niveau des Kammes, beziehungsweise der Pässe des äusseren Gebirgszuges aufstauen, in welchem er über diese hinweg in das nächst äussere Thal weiter und unter ähnlichem Vorgange so fort bis an den Fuss des Gebirges abfallen wird, von wo an er dem Gefälle des Bodens folgt.

6) Die Sohle einer solchen Luftabfallstufe liegt also in dem Niveau des äusseren Kammes; darunter herrscht Windstille, und Nebel erfüllt diese Thalräume, welcher deren Hänge und Gründe der Insolation gänzlich entzieht und die Temperatur darin immer mehr erniedrigt.

7) Ueber dieser Sohle und Nebeloberfläche liegt wolkenloser Himmel und sinken die Luftmassen aus Höhen geringer Dichte hinab in das Niveau von immer höherem Luftdruck; unter steter Steigerung ihrer Temperatur fallen sie nieder, Stufe über Stufe bis an den Fuss des Gebirges, von dem weg sie unter Abnahme der Gradienten nach auswärts abfliessen und dabei über das Vorland ihre relative Wärme ergiessen.

8) Da, wo ausserhalb des Gebirges, soweit sich das Gebiet des Luftdruckmaximums erstreckt, die darin langsam den Boden erreichenden Luftmassen durch das Relief desselben an dem Abzug nach auswärts behindert werden, stauen sie sich bis in jenes Niveau auf, in welchem sie hinreichenden Ausweg zu ihrem weiteren Abfluss finden.

Dieses Niveau bildet dann eine ähnliche horizontale Scheidefläche der Witterungsverhältnisse darüber und darunter, wie dasjenige der Kämme über den Gebirgsthälern, und damit entstehen auch hier ähnliche Temperaturanomalien; nun kömmt hiebei keine ungleiche und beträchtliche Hebung der Druckflächen zu Stande und darum auch keine der hiedurch hervorgerufenen Consequenzen zur Erscheinung.

9) So fehlt auch die im Gebirge durch die Gradienten erzeugte Beschleunigung der Bewegung und die Luftmassen sind deshalb dem Einflusse der Bodenoberfläche, beziehungsweise der Nebeloberfläche unterworfen.

10) Die Fortpflanzung der Hebung der Druckflächen über dem Gebirgsscheitel bis zur neutralen Druckfläche erzeugt einen Damm in der oberen Depression, in Folge dessen das Centrum des Maximumgebietes sich in der Richtung von der Gebirgsaxe zu diesem

verlagern muss und damit auch dieses Gebiet selbst und vielleicht auch mit der Zeit das ganze System der Anticyclone." —

Wie bereits erwähnt, sind die barometrischen Maxima die ständigen Begleiter strenger Winterkälte. Dabei ist das Vorhandensein oder die Abwesenheit der Schneedecke von sehr grosser Wichtigkeit [84]. Die Schwankungen der Bodentemperatur sind schon in geringer Tiefe bedeutend geringer, als in der Luft, und folgen denjenigen der Luft sehr langsam, so dass mitten im Winter der Boden daselbst erheblich wärmer ist, als die Luft. Die Schneedecke, welche bekanntlich ein sehr schlechter Wärmeleiter ist, hebt die Verbindung zwischen Boden und Luft auf, die Wärmezufuhr vom Boden wird der Luft entzogen, und die Oberfläche strahlt jetzt ungehemmt bei klarem Himmel aus, ohne hierfür von dem Boden Ersatz zu erhalten. Dagegen bei Abwesenheit der Schneedecke wird ein Wärmeaustausch zwischen Luft und Boden unterhalten, und hierdurch das Temperaturminimum abgestumpft.

Es ist bekannt, dass den grossen denkwürdigen Kälteepochen 1788—89 und 1829—30 ausgedehnte Schneefälle vorausgingen. Ebenso war der sehr strenge Winter 1879—80 durch einen Schneesturm eingeleitet worden (December), welcher ganz Centraleuropa mit einer beträchtlichen Schneedecke überdeckte. Die Kälteextreme des Decembers 1879, welche meistens vom 9. auf den 10. eintraten, waren ausserordentlich tief, in Deutschland lagen sie stellenweise unter — 25° C. [85]. Der Monat Januar 1880 bietet dieselben atmosphärischen Bedingungen wie sein Vorgänger (namentlich durch die andauernde Existenz eines hohen barometrischen Maximums über Centraleuropa), aber da die Schneedecke fehlte, war die Kälte weniger intensiv. Auch im Winter 1881—82 war Centraleuropa von lang andauernden Maxima frequentirt, aber hauptsächlich wegen der fehlenden Schneedecke kamen abnorme Kälteextreme nicht vor.

Es sei hier noch die Entstehung einer Klasse barometrischer Maxima erwähnt, welche auf der Rückseite (Westseite) der ostwärts abziehenden Depressionen zu erscheinen pflegen, und einen nur kurzen Bestand haben, aber für unsere Witterungsvorgänge von hoher Bedeutung sind.

Aus den synoptischen Karten von Hoffmeyer hatte Loomis für Europa und den nördlichen atlantischen Ocean gefunden [86], dass in $^3/_4$ aller Fälle das barometrische Maximum im Südosten der Depression lagerte in einer mittleren Entfernung von 1700 Miles (in Nordamerika im SSE in einer Entfernung von 1200 Miles) und

war zu dem Schlusse gekommen, dass die barometrischen Maxima ihre Entstehung den Luftmassen verdanken, welche aus dem Gebiete niederen Luftdruckes in der Höhe abgeflossen sind, und dass dieser Abfluss sowohl in Amerika als Europa nach SE hin stattfindet. In einer späteren Abhandlung[87]) macht Loomis nochmals auf diese Maxima aufmerksam und erklärt ihre Entstehungsweise dadurch, dass durch das vorhergegangene Minimum NW- und N-Winde mit grosser Intensität nach dessen Westseite gezogen würden, dort würden sie nach rechts, d. h. nach W abgelenkt und hierdurch finde eine mechanische Verdichtung der Luft in W statt, wozu noch die verdichtende Wirkung der Kälte käme, welche die aus nördlichen Gegenden zuströmenden Luftmassen mit sich führten.

Eine derartige Bildung barometrischer Maxima auf der Rückseite einer ostwärts fortschreitenden Depression im Gebiete der nördlichen Luftströmung kommt in Europa sehr häufig vor, wobei hinter der Depression die Temperatur rasch sinkt und endlich bei ruhigem heiterem Wetter den tiefsten Stand erhält, dann aber, wenn vor den im Nordwesten herannahenden neuen Depressionen das Maximum süd- oder südostwärts zurückweicht, bei auffrischenden Winden und Trübung rasch wieder steigt.

Die Höhe der barometrischen Maxima kann einen ausserordentlich grossen Werth erreichen. Die mittleren und absoluten Maxima des Luftdruckes auf das Meeresniveau reducirt betrugen nach Wojeikof[88])*):

		Seehöhe	Mittlere Maxima Dec.	Jan.	Febr.	Absol. Max.
Barnaul	1870—77	140	788,1	787,2	782,6	802,1
Irkutsk	1873—77	461	790,4	790,3	786,9	800,2 (vgl. unten)
Hüttenw. Nertschinsk	1870—77	660	787,8	790,4	784,9	790,5

Ferner giebt Hann[89]) noch folgende Barometermaxima, reducirt auf das Meeresniveau:

St. Petersburg . .	16. Jan. 1869	9h p. m.	(Seehöhe 4,7m)	= 796,5mm	bei — 20,0° C.	u. SE
Moskau	„ „ „	10h a. m.	(„ 156m)	= 797,2	„ — 28,4° C.	u. Calme
Wilna	„ „ „	7h a. m.	(„ 118m)	= 793,9	„ — 16,9° C.	u. SE 4
Jenisseisk . . .	15. Jan. 1872	7h a. m.	(„ 80m)	= 796,8	„ — 18,6° C.	u. Calme
„ . . .	16. Dec. 1877	9h p. m.	(„ 80m)	= 799,7	„ — 38,0° C.	„ „
Irbit	14. „ „	„ p. m.	(„ 68m)	= 797,3	„ — 35,0° C.	„ „
Omsk	15. „ „	„ p. m.	(„ 80m)	= 799,4	„ — 38,1° C.	„ „
Barnaul	17. „ „	„ p. m.	(„ 140m)	= 803,7	„ — 47,9° C.	„ „
Semipalatinsk . .	16. „ „	„ p. m.	(„ 182m)	= 805,7	„ — 48,6° C.	„ E 1
Nukuss	„ „ „	7h a. m.	(„ 66m)	= 796,0	„ — 31,3° C.	„ ENE
Petro-Alexandrowsk	„ „ „	„ a. m.	(„ 100m)	= 795,0	„ — 31,0° C.	„ NE

*) Wenn nichts Anderes bemerkt ist, sind die im Folgenden angegebenen Barometerstände auf das Meeresniveau reducirt.

Nach Renou stieg in Paris das Barometer am 6. Februar 1821 auf 787,2^{mm}, am 17. Januar 1882 auf 786,7^{mm}. Am 16. Januar 1882 überdeckte ein barometrisches Maximum von über 785^{mm} das grosse Gebiet zwischen Triest, Brüssel, Kopenhagen, Wilna und Hermannstadt; in Hamburg erreichte der Barometerstand am Vormittage dieses Tages 786,9^{mm}, während seit 1868 der höchste Stand etwa 782^{mm} betrug; nach den Beobachtungen zu Emden (1836—70) erreichte daselbst das höchste Luftdruckmaximum im December 1859 den Werth von 786^{mm}, so dass der Stand vom 16. Januar 1882 als der höchste zu bezeichnen ist, welcher seit 45 Jahren im nordwestlichen Deutschland beobachtet wurde. In Swinemünde zeigte das Barometer um 10^{h} a. m. 787,5^{mm}, in Neufahrwasser am 15. Januar sogar 788,3^{mm} um 11^{h} a. m. In Centraleuropa betrug der Luftdruck innerhalb des Centralraumes des Maximums 5 Tage hindurch mehr als 785^{mm} und 8 Tage hindurch mehr als 780^{mm}. In seinem Witterungsberichte für diesen Monat sagt Billwiller[90]: „In den höheren Regionen war, wie immer zur Zeit des Regimes barometrischer Maxima, das Wetter meist hell und ausserordentlich mild, während unten Kälte herrschte und die Niederungen von Dunst und Nebel erfüllt waren.“

Es ist von Interesse, diesen absoluten Maxima die niedrigsten beobachteten Barometerstände entgegenzustellen, um eine angenäherte Vorstellung davon zu haben, zwischen welchen Grenzen sich der Luftdruck in unseren Breiten bewegen kann (vgl. auch unten):

Nach Renou wurde am 4. Februar 1824 zu Rejkiavik ein Barometerstand von 692,0^{mm} beobachtet und am 5. Februar 1870 von dem Dampfer „Tarifa“ in 51° nördlicher Breite und 24° westlicher Länge 694,2^{mm}.

Auf den britischen Inseln sinkt das Barometer selten unter 710^{mm}, während der 60 Jahre vor 1827, über welche sich James Hoy's Barometerbeobachtungen erstrecken, war der tiefste Barometerstand im Meeresniveau 711,3^{mm}; während der letzten 43 Jahre, von welchen die Beobachtungen zu Culloden House vorliegen, war der niedrigste reducirte Stand am 27. December 1852 um 11^{h} a. m. 710,8^{mm}. In der Lücke zwischen diesen beiden langen Beobachtungsreihen machte der Optiker George Innes Beobachtungen in Aberdeen und beim Sturme am 7. Januar 1839 wurde Morgens 703,4^{mm} beobachtet, der niedrigste Stand in 120 Jahren bis zum 26. Januar 1884, wo das Barometer weit unter 700^{mm} herabsank. In Edinburgh trat das Minimum um 10^{h} p. m. ein und betrug 697,2^{mm}

(60^{mm} Abweichung vom Mittel). Die tiefsten bisher berichteten Barometerstände waren 693,9 zu Kilcreggan um 8$^{1}/_{2}$^{h} p. m. und 694,3^{mm} zu Ochtertyre um 9^{h} 45 p. m.[91]); indessen ist die erstere Angabe unsicher.

Vergleichen wir direkt mit diesem tiefsten Stande das absolute Maximum von Semipalatinsk am 16. December 1877 = 805,7, so erhalten wir die erstaunliche Differenz von 111,8^{mm}, ein Betrag, der nahezu den 6. Theil des ganzen Atmosphärendruckes beträgt. —

Ueber die Umwandlung und Fortbewegung der barometrischen Maxima sind bisher nur wenige Studien gemacht worden, obgleich dieser Gegenstand von der grössten Bedeutung ist. Die Behandlung der barometrischen Maxima ist mit grösseren Schwierigkeiten behaftet, als diejenige der Minima. Das Centrum oder der Kern des Gebietes hohen Luftdruckes lässt sich in vielen Fällen sehr schwer genau feststellen, wogegen die Depressionen meistens eine bestimmte Stelle niedrigsten Luftdruckes aufweisen, welches die Luftmassen an der Erdoberfläche umkreisen; ferner werden die Maxima durch die Depressionen verschiedentlich eingeengt, ihre Form wird dadurch ausserordentlich unregelmässig und oft bis fast zur Unkenntlichkeit verändert. Daher eignen sich die Maxima zur statistischen oder kartographischen Behandlung viel weniger als die Minima.

Der häufigste und für unsere Witterungsverhältnisse wichtigste Fall ist die Lostrennung eines barometrischen Maximums aus den grossen Maximalgebieten des continentalen Asiens oder der Rossbreiten, die sich als selbstständige Maxima weiter ausbilden, umwandeln, ihren Ort verändern und dann verschwinden oder mit einem anderen Gebiete höheren Luftdruckes sich verschmelzen.

Bekanntlich ist die Fortbewegung der Maxima in der Regel eine ausserordentlich langsame; in vielen Fällen sind dieselben mehrere Tage hindurch stationär, während ihre Umgrenzungen in stetiger Umwandlung begriffen sind. Rasche Fortpflanzungen, sogar über 100 Myriameter in 24 Stunden sind jedoch nicht ohne Beispiel, und kommen gewöhnlich vor, wenn die Maxima im Rücken von Theildepressionen auftreten, wie es nicht selten bei der Entwickelung der Nordwestwinde an unserer Nordseeküste der Fall ist.

Die Fortpflanzungsrichtung der Maxima ist viel unregelmässiger als die der Minima. Obgleich alle Bewegungsrichtungen vertreten sind, so ist doch die west-östliche die vorwiegende. Bestimmte Kennzeichen und Anhaltspunkte für die Fortpflanzung der Maxima, wie wir sie für die barometrischen Minima unten aufweisen werden,

besitzen wir bis jetzt noch nicht, so wünschenswerth diese auch wären; denn wenn auch die Maxima nicht die intensiven Umwandlungen der meteorologischen Elemente hervorbringen, wie die Minima, so haben sie auf unsere Witterungsverhältnisse eine mehr nachhaltige Wirkung und bestimmen für längere Zeit im Allgemeinen den Witterungscharakter ganzer Gebiete.

Einfacher als in Europa liegen die Verhältnisse in den Verein. Staaten, wo sowohl die Maxima als auch die Minima in den meisten Fällen auf einer einzigen Zugstrasse von West nach Ost gerichtet in fast ununterbrochener Reihenfolge den Continent durchziehen, so dass jedem Maximum ein Minimum unmittelbar vorausgeht, und ein Minimum folgt. Die mittlere Entfernung des Maximums vom Minimum giebt Loomis auf 1000—1200 Miles an.

Die Häufigkeit und Intensität der barometrischen Maxima stehen in innigem Zusammenhange mit den Wärmeverhältnissen. In dem Gebiete hohen Luftdruckes herrscht heiteres oder doch nur nebliges Wetter und sind im Winter die Bedingungen erfüllt zur Erzeugung intensiver Kälte, dagegen über dem Depressionsgebiete ist das Wetter trübe und regnerisch und daher im Winter mild. Diese Gegensätze an der Erdoberfläche, welche mit einer Umkehrung des Gradienten in der Höhe verbunden sind, bedingen einen Kreisstrom, dessen Erhaltung in der kälteren Jahreszeit die günstigsten Verhältnisse findet. Denn im Sommer, wo die Einstrahlung vor der Ausstrahlung überwiegt, sind umgekehrt die Gebiete hohen Luftdruckes an der Erdoberfläche wärmer, als diejenigen mit niederem Barometerstande, und daher können beide Erscheinungen sich nicht, oder doch nur ausnahmsweise, excessiv entwickeln und erhalten.

Hiermit stimmen die Untersuchungen überein, welche Loomis nach dieser Richtung hin für die Vereinigt. Staaten anstellte[92]). Von 32 verschiedenen Barometermaxima (bei welchen das Barometer höher war, als 30,65″ = 778,5^{mm}) vom Oktober 1872 bis Oktober 1874 kamen 30 auf die 5 Monate Oktober bis März, 1 auf April und 1 auf September, kein einziges dagegen auf die Monate von Mai bis August. Mehr als die Hälfte sämmtlicher barometrischer Maxima entfiel auf die beiden Monate December und Januar. Die Jahreszeit, in welcher die barometrischen Maxima am häufigsten sind, zeichnen sich auch durch die grösste Frequenz der barometrischen Minima aus.

3) Barometrische Minima (Cyclonen).

a) Aeltere Ansichten.

Unter „Cyclone“ versteht man das Windsystem, welches den Ort des niedrigsten Barometerstandes auf der nördlichen Hemisphäre gegen die Bewegung der Uhrzeiger, auf der südlichen mit derselben, umkreist und zwar ohne Rücksicht auf die Windstärke. Die Benennung „Cyclone“ rührt von Piddington her, der später Galton die Bezeichnung „Anticyclone“ für barometrisches Maximum gegenüber gestellt hat.

Die ältere Ansicht über das Entstehen und das Wesen der Cyclonen, welche bis in die neueste Zeit vielfach vertreten wurde, geht meistens von dem Zusammentreffen verschieden gerichteter Luftströme, also hauptsächlich von den sogenannten Polar- und Aequatorialströmen aus, die bekanntlich bei Dove eine hervorragende Rolle spielten. Die Lehre von den Depressionen ist für die ausübende Witterungskunde von hervorragender Wichtigkeit, so dass es geboten erscheint, auch die älteren Ansichten über die Entstehung und das Verhalten der Cyclonen hier kurz mitzutheilen[93]).

Die Literatur über die Wirbelstürme ist eine ausserordentlich reichhaltige. Im Jahre 1865 publicirte A. Poey einen Katalog, welcher 1008 Bücher, Abhandlungen und Berichte über Wirbelstürme umfasste. Den Zuwachs von dieser Zeit bis 1876 schätzt Rosser[94]) auf 300 Schriften.

Kurz nach der Entdeckung Amerikas wurden die Europäer bekannt mit den westindischen Orkanen (das Wort Orkan oder hurricane kommt von der indianischen Bezeichnung „huracanes“ für ausserordentlich stürmische Winde). Der erste, von welchem wir eine Beschreibung dieser Stürme besitzen, ist Fernando de Oviedo[95]) welcher die Stürme von 1508 (3. Aug.) und 1509 auf St. Domingo beschrieb. Er bemerkt, dass der Wind aus Nord beginnt, die Schiffe von den an den Südküsten gelegenen Ankerplätzen wegtreibend, und nachher plötzlich nach der entgegengesetzten Richtung umspringt, jetzt aus Süd mit erneuter und grösserer Heftigkeit wehend, als vorher.

Der durch seine Beobachtungsgabe, sowie auch durch seine mannigfachen Abenteuer merkwürdige englische Seefahrer William Dampier hat von mehreren Wirbelstürmen Beschreibungen gegeben, die unser Interesse in hohem Maasse in Anspruch nehmen. In Bezug auf die Teifune der China-See bemerkt er[96]):

„Teifune sind eine besondere Art heftiger Stürme, welche an der Küste von Tongking und Umgebung in den Monaten Juli, August und September wehen. Sie ereignen sich gewöhnlich in der Nähe des Vollmondes oder bei wachsendem Monde, nachdem sehr schönes Wetter mit schwachen Winden und klarem Himmel vorhergegangen. Vor Ausbruch des Sturmes erscheint eine schwere Wolke im Nordost, sehr schwarz, nahe am Horizonte, aber weiter nach oben hin von tief dunkelrother Farbe, höher hinauf heller, dann von blendend weissem Glanze. Diese Wolke ist schrecklich, unheimlich, und ist zuweilen 12 Stunden vor der Ankunft des Sturmes zu sehen; kommt diese Wolke rasch heran, so kann man sofort den Wind erwarten, welcher mit Heftigkeit herannaht, und mehr oder weniger als 12 Stunden lang aus Nordost bläst, begleitet von schrecklichen Donnerschlägen, häufigen und starken Blitzen und heftigen Regengüssen. Wenn der Wind nachlässt, hört der Regen plötzlich auf und es tritt Windstille ein, welche nun etwa eine Stunde anhält; dann setzt der Wind aus Südwest ein, und es weht und regnet ebenso heftig und lange, als zuvor beim Nordostwinde." Diese Stürme an der Küste von Tongking hielt Dampier für identisch mit den westindischen Orkanen: „Die Hurricanes der Antillen und die Teifune der chinesischen Küste sind dieselbe Erscheinung unter verschiedenen Namen."

Aus dem 17. und 18. Jahrhundert besitzen wir zahlreiche Beschreibungen von Orkanen, welche viele neue auf den Mond, elektrische und magnetische Influenz etc. sich beziehenden Hypothesen enthalten.

Die Drehung des Windes war indessen eine bekannte Thatsache. So nennt Capt. Langford in einem Aufsatze in den Philosophical Transactions 1698 über die westindischen Orkane und ihre Vorhersage, diese wiederholt Wirbelwinde und weist auf die Drehung des Windes hin; ebenso bemerkt Sir Gilbert Blane bei Beschreibung des westindischen Orkanes vom 10. Oktober 1780[97]), „dass der Wind rund um den Compass blies," ein Umstand, wodurch sich die Hurricanes von all' den übrigen Stürmen (Gales) in den Tropen unterscheiden.

Im Jahre 1801 publicirte Jam. Capper[98]) seine Beobachtungen der Winde und Monsuns und sagte, dass heftige Stürme nach dem Monsunswechsel an der Malabar- und Coromandelküste und in der Bay von Bengalen wehten, von denen er überzeugt sei, dass sie ihrer Natur nach Wirbelwinde seien. Seine Kenntniss der Wirbel-

winde wandte er praktisch an, indem er sagte: „Man kann die Lage eines Schiffes im Wirbel daraus erkennen, dass man die Stärke und den Wechsel des Windes beobachtet. Bei heftigem Wind und plötzlichem Wechsel liegt das Schiff wahrscheinlich nahe dem Centrum, bläst dagegen der Wind längere Zeit aus einem Punkte und wechselt er nach und nach, so liegt das Schiff wahrscheinlich nahe dem Umfange."

Horsburgh[99]) erwähnt die rotirende (rotary) Bewegung der Teifune, die Drehung des Windes in Bezug auf ihre Richtung, bespricht die Anzeichen ihrer Annäherung und giebt den Seeleuten Anleitung zu manövriren, wenn sie in diese Stürme hineingerathen.

Ebenso beschreibt Romme[100]) die Rotation des Windes in den tropischen Stürmen (tourbillons) und führt die charakteristischen begleitenden Erscheinungen an, hohe See, bewölkten Himmel und viel Regen. —

Als am Weihnachtsabende des Jahres 1821 nach einer schon längere Zeit anhaltenden stürmischen Witterung das Barometer in unseren Gegenden zu einem so ausserordentlich tiefen Stande herabsank, dass alle Meteorologen auf diese ungewöhnliche Erscheinung aufmerksam wurden, forderte Brandes in den wissenschaftlichen Zeitschriften auf, die zu jener Zeit angestellten Beobachtungen ihm zuzusenden. Das Resultat seiner auf Grundlage des eingegangenen Materials angestellten Untersuchungen war[101]), dass eine unbekannte Ursache verminderten Druckes über die Erdoberfläche fortgeschritten und dass nach dieser Stelle hin die Luft von allen Seiten zugeströmt sei. Dieser Sturm habe, wie Brandes bemerkt, in dem Bestreben der Luft, das gestörte Gleichgewicht wieder herzustellen, seinen Grund, und seine Bewegung sei daher eine centripetale. „Quae autem," sagt Brandes, „causa fuerit pressionis tam valde imminutae, utrum aer prope litora maris Atlantici omnino e medio sublatus fuerit, utrum oceani fauces aperuerint, ut aerem haurirent, an imbres fulminum vi excitati massam ejus imminuerint, nemo est, qui dicere possit." Schon im Jahre 1820 hatte bereits Brandes bei der Untersuchung einiger analogen Minima diese Ansicht nachzuweisen gesucht.

Die Angaben von Brandes unterwarf nun Dove in Verbindung mit anderem gesammelten Beobachtungsmaterial einer eingehenden Prüfung, und dieser versuchte[102]) im Jahre 1828 zu zeigen, dass alle Erscheinungen sich durch die Annahme eines oder mehrerer grosser, von Südwest nach Nordost fortschreitender Wirbel einfach erläutern

liessen. Dabei bemerkt Dove, dass die Drehung innerhalb des Wirbels in den meisten von ihm untersuchten Orcanen der südlichen Halbkugel die entgegengesetzte sei von der auf der nördlichen Halbkugel, und erklärt ganz richtig die Bewegung der Windfahne beim Vorübergange des Wirbels. Interessant ist die weitere Bemerkung Dove's, „dass überhaupt Stürme Wirbelwinde sind, ist eine Erfahrung, die jeder Seemann bestätigen wird,“ eine Behauptung, welche Dove später wieder zurücknahm, wie wir bereits im ersten Theile dieses Handbuches (p. 282) zu bemerken Gelegenheit hatten.

Ueber diese beiden sich gegenüberstehenden Ansichten über die Luftbewegung in den Stürmen ist bis zur neuesten Zeit vielfach gestritten worden. Meistens wurde die Dove'sche Theorie als richtig angesehen, sie war dem Wesen nach im Einklange mit den Ansichten von Redfield und Reid, jedoch hatte auch die Brandes-sche Ansicht Anhänger und Vertreter, sie stimmte der Hauptsache nach mit den Theorien von Espy und Hare.

Einen bedeutenden Schritt weiter wurde die Kenntniss der Cyclonen gefördert durch Redfield. Seine erste Publikation behandelte die Stürme an den atlantischen Küsten der nordamerikanischen Staaten[103]). Seine Schlüsse sind gegründet auf fortgesetzter Beobachtung. Nach Auftreten eines Orcanes sammelte er alle Wahrnehmungen und Beobachtungen an der Küste und in dem angrenzenden Binnenlande und verschaffte sich Auszüge aus den Log-Büchern der Schiffe, welche innerhalb des Orcans gewesen waren. Dieses Material wurde theilweise kartographisch verarbeitet und hieraus ergab sich ein festes Schema für die Wirbelbewegung, dessen Richtigkeit in den Hauptzügen sich in jedem einzelnen Falle durch Vergleichung mit der jeweiligen Karte herausstellte.

Indem er für jeden Wirbel diese Vergleichung Tag für Tag wiederholte, fand er, dass das Sturmfeld nicht stationär blieb, sondern sich thatsächlich fortbewegte. Dieses war das Ergebniss seiner empirischen Untersuchungen, welches Redfield im Jahre 1831 ankündigte, nämlich dass die Winde, welche den Hurrican zusammensetzen, um ein gemeinsames Centrum herum rotiren, während der Sturm selbst eine fortschreitende Bewegung hat.

Die Ansichten Redfield's sind in einer 1833 erschienenen Schrift[104]) niedergelegt, aus welcher wir die wichtigsten Sätze hier wiedergeben wollen:

Eine aufmerksame Betrachtung des Verlaufes der heftigeren

Stürme im westlichen atlantischen Ocean ergiebt einige charakteristische, allen gemeinsame Erscheinungen, nicht allein was die Fortbewegung dieser Stürme, sondern auch was die Aufeinanderfolge und den Wechsel von Wind und Wetter betrifft. Folgende Thatsachen betrachtet Redfield als sicher constatirt:

1) Die heftigsten Stürme entstehen öfters in den Tropen, und nicht selten auf den Inseln östlich von Westindien. In den Tropen werden sie durch den Namen Hurricane unterschieden.

2) Diese Stürme bedecken zur selben Zeit ein grosses Gebiet, dessen Durchmesser in den einzelnen Fällen verschieden ist, etwa 100—500 Seemeilen und darüber. Die Heftigkeit des Windes nimmt ab nach dem Rande des Wirbels, zu nach dem Innern hin.

3) In den tropischen Gegenden (südlich vom 30° nördlicher Breite) bewegen sich die Stürme entsprechend der allgemeinen Bewegung nach West westwärts und neigen sich nach und nach nordwärts bis zu 30°, wo ihr Curs, öfters mit Unterbrechungen, nach Nordost umbiegt und dann allmählich in die östliche Richtung übergeht, während die Geschwindigkeit der Fortpflanzung beim Verlassen der niederen Breiten zunimmt. — Die Geschwindigkeit ist sehr verschieden und kann auf 12 bis 30 Meilen pro Stunde geschätzt werden. Wohin diese Stürme schliesslich gehen, bleibt unentschieden, aber es ist wahrscheinlich, dass sie auf ihrem weiteren Wege stetig an Ausdehnung zunehmen, bis sie schliesslich unmerklich werden.

4) Die Dauer des Sturmes an irgend einer Stelle seiner Bahn hängt ab von seiner Ausdehnung und Geschwindigkeit. Stürme von geringerer Ausdehnung gehen gewöhnlich von einem Orte zum anderen rascher fort, als solche von grösserem Umfange.

5) Die Richtung des Windes, welche von der Lage des gemeinsamen Centrums abhängt, fällt im Allgemeinen nicht zusammen mit der Fortpflanzungsrichtung des Sturmes.

6) Ueber die Drehung der Windfahne in verschiedenen Breiten und an verschiedenen Orten des Sturmfeldes beim Vorübergang des Wirbels giebt Redfield genaueren Aufschluss. Auch das plötzliche Umspringen des Windes in die entgegengesetzte Richtung beim Vorübergange des Centrums hebt Redfield ausdrücklich hervor und bemerkt dabei, dass beim Vorübergange des Centrums das Barometer seinen tiefsten Stand erreicht und dann gewöhnlich ins Steigen übergeht, wobei vorher und vielleicht auch nachher Regen fällt.

7) Die Axe der horizontal wehenden Wirbelwinde ist vertical oder etwas nach vorn geneigt. Es ist möglich, dass diese Axe bei heftigen Stürmen rasche Schwankungen in kreisförmigen Bewegungen von mässigem Umfange ausführt, und diese excentrische Bewegungen dürften dazu beitragen, diese Thätigkeit und Intensität des Wirbels zu unterhalten. Hierin würden die heftigen Windstösse und Windstillen im Innern der Wirbelmaxima ihre Erklärung finden, die man öfters auf offener See beobachtet hat.

8) Durch den Einfluss der Centrifugalkraft sinkt das Barometer stets in der vorderen Hälfte des Wirbels, vielleicht ausser im äussersten Rand, und dieses Fallen ist der erste und zuverlässige Vorbote eines herannahenden Sturmes; auf der Rückseite steigt das Barometer und erreicht den höchsten Stand nach Vorübergang des Sturmes.

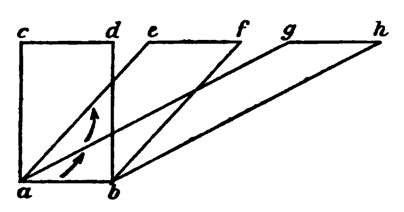
Die Teifune und die Stürme der China-See und der Ostküste von Asien scheinen ihrem Wesen nach den Wirbelstürmen Westindiens und denjenigen an der amerikanischen Küste ähnlich zu sein, und hieraus kann vermuthet werden, dass, da die allgemeinen atmosphärischen Bewegungen, insbesondere die Passate, in allen grossen Oceanen denselben Charakter haben, die Richtung der darin enthaltenen Wirbelwinde in der südlichen Hemisphäre einen entgegengesetzten Drehungssinn zeigen.

Nachdem Redfield in Amerika die Grundlage zu den Sturmgesetzen gelegt hatte, erschien in Europa das erste bemerkenswerthe Werk über diesen Gegenstand [165]) und zwar im Jahre 1838 von dem englischen Colonel Reid. Dieser war Gouverneur auf den Bermuden, welche an der Strasse der Wirbelstürme liegen, und er hatte also Gelegenheit zu persönlichen Beobachtungen und Untersuchungen. Reid bestätigte nicht nur die Ergebnisse, welche Redfield gewonnen hatte, sondern durch Vergleichung der Mauritiusorcane kam er zu dem Resultate, dass die Drehungsrichtung auf der nördlichen und südlichen Hemisphäre einander entgegengesetzt sei, wie es bereits Redfield als wahrscheinlich hingestellt hatte. Das grosse Verdienst Reid's ist die Anwendung der Sturmgesetze auf die Praxis, auf die Navigation.

Nahezu dieselben Ansichten wie Redfield und Reid hatte Piddington, welcher durch sein „Sailor's Horn-Book for the Law of Storms“, welches im Jahre 1840 erschien, in der seemännischen Welt weit und breit bekannt wurde. Piddington war ein ausgezeichneter Beobachter und ein unermüdlicher Sammler des Materials,

welches sich auf die Wirbelstürme bezog. Piddington ist ein Vertreter der Hypothesen von Peltier, wonach die Stürme durch Elektricität hervorgerufen und unterhalten werden, so dass er die Wirbelstürme für elektrische Meteore ansieht, welche aus einem oder vielen dichten, fast horizontalen, jedoch etwas spiralförmigen herabsteigenden elektrischen Strömen gebildet werden. —

Den ersten bedeutenden Versuch zur Erklärung der Entstehung der Wirbelstürme machte Dove im Jahre 1840 in seinem Gesetz der Stürme [106]. Wir geben die Ansichten Dove's mit seinen eigenen kurz gefassten Worten wieder. —



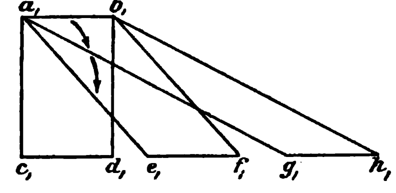


Fig. 19.

„Bezeichnet ab eine Reihe materieller Punkte, welche dem Aequator parallel durch irgend einen Impuls in der Richtung ac nach Nord hin in Bewegung gesetzt werden, so würden diese Punkte, weil sie von grösseren Parallelkreisen zu kleineren gelangen, nach gh sich hinbewegen, wenn der Raum bdh leer wäre. Befindet sich aber in diesem Raume unbewegte Luft, so werden die Theile in b bei ihrer Bewegung nach d hin, im Raume bei h immer mit Luftheilchen von geringerer Rotationsgeschwindigkeit in Berührung kommen, also ihre Geschwindigkeit nach Ost hin vermindert werden. Der Punkt b wird aber, statt nach h, nach f hin sich bewegen. Die Theile in a haben hingegen neben sich, auf der Seite nach b hin, Theile ursprünglich gleicher Rotationsgeschwindigkeit, sie bewegen sich also wie im leeren Raume dh nach g hin. Ist demnach ab eine von Süd nach Nord getriebene Luftmasse, so wird die Richtung des Sturmes auf der Ostseite desselben weit mehr Süd sein, als auf der Westseite, wo er mehr West ist, und es wird daher eine Tendenz zu einem Wirbel im Sinne S, E, N, W entstehen. Diese Tendenz zum Wirbel würde nicht da sein, wenn in dem Raume dbh keine widerstehende Masse sich befände, sie wird also zunehmen im Verhältnisse, dass dieser Widerstand die westliche Ablenkung des Sturmes hemmt. Der Sturm wird also desto heftiger wirbeln, je unveränderter er die ursprüngliche Rich-

tung seines Laufes beibehält. In der Passatzone aber ist der Raum d b h mit Luft erfüllt, welche von NE nach SW fliesst. Der Widerstand wird also hier am grössten sein, die Luft in b wird also in ihrer Tendenz nach Westen gehemmt werden können, dass sie ihre Richtung nach d hin unverändert beibehält, während a nach g strebt. Der Sturm wird daher hier am heftigsten wirbeln, aber geradlinig mit unveränderter Breite fortgehen. Sowie aber derselbe in die gemässigte Zone gelangt, findet sich im Raume d b h Luft, welche sich bereits von SW nach NE bewegt. Der Widerstand, welchen die Theilchen in b bisher fanden, wird daher plötzlich bedeutend vermindert, oder ganz aufgehoben, d. h. die Richtung b d verändert sich nun schnell in die Richtung b h, der Sturm biegt also plötzlich fast rechtwinklig um, während er an Breite schnell zunimmt, da der bisher zwischen der Bewegung der Punkte in a und der Punkte in b vorhandene Unterschied nun aufhört. Die Erscheinungen der südlichen Halbkugel ergeben sich ebenso unmittelbar; der Wirbel geschieht dort im entgegengesetzten Sinne, die Richtungsänderung an der Grenze der Tropen ist analog.

Die hier gegebene Ableitung der wirbelnden Bewegung findet natürlich nur ihre Anwendung, wenn grössere Luftmassen von einer bestimmten Ausdehnung in der Breite in Bewegung gesetzt werden; kleinere Wirbelwinde, Wasserhosen etc. werden anderen Ursachen ihre Entstehung verdanken, und daher in Beziehung auf die Erdhälften wahrscheinlich weder eine Gesetzmässigkeit, noch einen bestimmten Gegensatz zeigen. Die Beobachtungen von Akin in Greenbush bei Albany, von Dwight in Stockbridge in Massachusetts und von Dr. Cowles in Amherst über die bei Waldbränden und stiller Luft entstehenden heftigen Wirbelwinde beweisen, dass ein sehr lebhafter ‚Courant ascendant‘ ebenfalls eine wirbelnde Bewegung zu erzeugen vermag.

Da die westindischen Orcane an der inneren Grenze der Passate entstehen, da wo in der sogenannten Gegend der Windstillen die Luft aufsteigt, welche dann über dem unteren Passat in entgegengesetzter Richtung abfliesst, so sind es wahrscheinlich Theile dieses oberen Stromes, welche in den unteren eindringend, die erste Veranlassung zu diesen Stürmen werden. Warum aber der Sturm anfänglich von SE nach NW fortschreitet, möchte dadurch erklärt werden, dass nach der gegebenen theoretischen Ableitung diese Richtung eben zur Entstehung einer wirbelnden Bewegung am günstigsten ist. Geschieht nämlich, was auch vorkommen mag, der

erste Impuls von SW nach NE, so wird der entgegenwehende Nordostpassat alle Punkte der fortrückenden Linie gleichmässig hemmen, also keine Tendenz zum Wirbel entstehen.

Es ist bekannt, dass bei dem Ausbruche der Coseguina am 20. Januar 1835, welcher die Landenge von Mittelamerika durch Erdbeben erschütterte, vulkanische Asche im oberen Passat nicht nur bei Kingston in Jamaica, also 800 englische Meilen gegen die Richtung des unteren Passats geführt wurde, sondern auch 700 engl. Meilen westlich auf das Schiff Conway im stillen Ocean fiel. Es geht daraus hervor, dass in den höheren Regionen der tropischen Atmosphäre die Luft nicht regelmässig stets von SW nach NE fliesst, sondern dass diese Regelmässigkeit durch von E nach W gerichtete Ströme unterbrochen wird. Hiermit scheint das häufige Herabfallen von Staubmassen, deren Ursprung in Afrika zu suchen ist, in dem nördlichen Theile der atlantischen Passatzone zusammenzuhängen. Auf der 10 700 Fuss hohen Station, welche Piazzi Smyth im Sommer 1856 zu astronomischen Beobachtungen in Teneriffa sich gewählt hatte, sah derselbe oft über der unteren Wolkenschicht eine Staubtrübung (dust hazy) häufig in mehreren Schichten, eine über der anderen, von einander getrennt durch sehr klare und scharf begrenzte Räume der Atmosphäre. Welches ist der Entstehungsgrund solcher anomaler Ströme?"

„Denken wir uns nun," fährt Dove fort, „dass die über Asien und Afrika aufsteigende Luft in der Höhe der Atmosphäre seitlich abfliesst, wofür die früher erwähnten Fälle von Staub so evident sprechen, der nach den Beobachtungen von Piazzi Smyth am Pic von Teneriffa sich so mächtig erhebt, dass er in der Höhe von 10 700 Fuss noch die Sonne vollständig zu verdunkeln vermag, ehe er in die untere Wolkenschicht hinabsinkt, so wird sie dem oberen Passat seine Rückkehr nach den Wendekreisen versperren, und ihn zwingen, in den unteren einzudringen, und die Stelle dieses Eindringens wird fortschreiten in dem Maasse, als der obere hemmende Wind von E nach W fortschreitet. Aus einem von E nach W gerichteten, in einen von SW nach NE fliessenden Strom einfallenden Winde muss aber nothwendig eine wirbelnde Bewegung, entgegengesetzt der Bewegung eines Urzeigers entstehen. Der im unteren Passat von SE nach NW fortschreitende Wirbel ist demnach das nach einander an verschiedenen Stellen erfolgende Zusammentreffen zweier rechtwinkelig aufeinander fortgetriebener Luftmassen und dies die primäre Ursache der Drehung, deren weiterer

Verlauf dann, wie früher erörtert wurde, erfolgen wird. Hierbei kann der entstehende Wirbel als eine sich an verschiedenen Orten wiederholende Folge des Zusammentreffens seinen Durchmesser möglicherweise längere Zeit beibehalten, und in besonderen Fällen auch sogar verkleinern, wenn auch die Erweiterung überwiegend eintreten wird. Die westindischen Inseln sind daher das Grenzgebiet zweier entgegengesetzter Wettersysteme, bezeichnet durch die starke periodische Aenderung des Luftdruckes in dem einen und das Nichtvorhandensein derselben in dem anderen, und desswegen vorzugsweise diesen Verwüstungen ausgesetzt.

Uebrigens will ich keineswegs behaupten, dass alle ‚Westindia Hurricanes' ihren ersten Entstehungsgrund in einem Eindringen des oberen zurückkehrenden Passats in den unteren haben, denn die mechanische Ableitung der Drehung findet ihre gleiche Gültigkeit unter der Annahme, dass ein weit über den Aequator in die nördliche Erdhälfte übergreifender Theil des Südostpassates die Veranlassung zum Wirbelsturme gebe."

Meist in Uebereinstimmung mit Redfield und Thom (s. unten) erklärt Dove das Fallen des Barometers im Innern des Wirbels auf folgende Weise: „Wenn bei den Stürmen der Passatzone der rotirende Cylinder aus dem unteren Passat in den oberen übergreift — man mag die Gründe seiner Entstehung und die seines Fortschreitens auf andere Weise als die gegebene sich denken, wie man will — so sieht man unmittelbar, dass, da in der Höhe eine südwestliche Windrichtung vorherrscht, auf diesen oberen Theil das Raisonnement sogleich eine Anwendung findet, welches wir für den unteren erst bei dem Ueberschreiten der äusseren Grenze des Passates eintreten liessen. Es wird also dieser Teil des Wirbels sich sogleich erweitern und nach einer anderen Richtung fortschreiten als der untere. Dadurch wird als secundäres Phänomen ein Saugen in der Mitte des Wirbels entstehen, ausserdem eine Verminderung des Druckes auf die Grundlage, und zwar aus zwei Ursachen, indem nämlich durch die Rotation des Wirbels die Luft vom Centrum entfernt wird, der Wirbel ausserdem nach oben sich trichterförmig erweitert, und die oberen Schichten daher in stärkerem Maasse sich von der Axe des Cylinders entfernen, als die unteren, welche eben desswegen ein Bestreben zum Steigen erhalten, um die in der Höhe entstehende Verdünnung zu compensiren."

„Bei dem Fortschreiten des Wirbels," bemerkt Dove ferner, „haben wir bisher nicht auf den Widerstand Rücksicht genommen,

welchen der Boden der bewegten Luft entgegensetzt. Dieser Widerstand wird, wie Redfield richtig bemerkt, bewirken, dass der rotirende Cylinder sich in der Richtung seines Fortschreitens vorneigt. Der wirbelnde Sturm wird daher schon in der Höhe der Atmosphäre eintreten, ehe er unten wahrgenommen wird. Daher fällt das Barometer schon vorher, ehe der Sturm ausbricht und er wird eben desswegen eine Anzeige desselben. Durch die schiefe Richtung der Axe werden aber fortwährend untere warme Luftschichten mit oberen kalten gemischt und dadurch heftige Niederschläge veranlasst werden, die, je stärker sie sind, mit desto gewaltsameren elektrischen Explosionen verbunden sein werden. Die kalte Luft wird dabei aus den Wolken herabzustürzen scheinen, der Sturm daher die Form annehmen, welche die Griechen so bezeichnend ἐκνεφίας nannten. Hierher möchte nun auch die den Seefahrern der heissen Zone unter dem Namen „Ochsenauge" bekannte Erscheinung zu rechnen sein, jene kleine schwarze Wolke, die plötzlich am Himmel sich zeigt, in heftiger Bewegung begriffen aus sich selbst herauszuwachsen scheint, bald den ganzen Himmel bedeckt und einen Aufruhr der Elemente erzeugt, der um so furchtbarer erscheint, je ungetrübter unmittelbar vorher die Heiterkeit des Himmels war."

So scharfsinnig diese Theorie auch von Dove erdacht und so fleissig und sorgfältig sie auch von ihm ausgearbeitet sein mag, so ist sie doch nicht im Stande, uns zu befriedigen, vielmehr ergiebt eine nähere Betrachtung, dass dieselbe unhaltbar ist. Mit Recht bemerkt Reye[107]), dass das Aufeinandertreffen von Luftströmen, wie Dove es auseinandersetzt, zu Rotationen führen müssten, gerade umgekehrt, wie Dove es angiebt, also mit der Sonne. Denn es herrscht in dem Raume d b h (vgl. Fig. 19) ein Nordostpassat, welcher die von b, nicht aber die von a aus nach Norden bewegte Luft hindert, allmählich in Folge der Erdrotation auch nach Ost weiter zu fliessen, und so muss er die Luft in b auf ihrem Wege nach Norden verzögern, während die von a kommende Luft nach Norden und allmählich auch nach Osten hin der von b kommenden voran eilt, bis sie ebenfalls auf den Nordostpassat trifft. Hieraus folgt also ein mit der Sonne drehender Wirbel, welcher sich nach Norden bewegt. — Ferner erscheint die Hypothese, dass von Afrika in der Höhe nach Westen bis an die amerikanischen Küsten abfliessende Luft den oberen Passat verdrängen kann und ihn stets zwingt, in den unteren Passat einzudringen, mehr als gewagt und ohne alle Begründung. Da beim Eintritt der tropischen Orcane in

die gemässigte Zone nach Dove der Widerstand durch den Nordostpassat, oder die Entstehungsursache des Sturmes aufhört, so ist es schwer einzusehen, wie der Sturm oft noch viele tausend Kilometer mit unveränderter Kraft fortschreiten kann.

Als Gegner der Wirbeltheorie traten in Amerika auf Robert Hare und James Espy; der erstere gab schon 1822 ein Werk über Stürme heraus und bekämpfte Redfield's Ansichten bis zum Jahre 1854, Espy behandelte die Stürme von 1836 bis 1857 [108]). Die grösste Verbreitung fanden die Ansichten Espy's über Stürme, Hurricanes und Tornados. Er behauptete auf Grund seiner Beobachtungen und des von ihm gesammelten Materials, dass der Wind von aussen direkt zum Centrum hinblase, also centripetal sei, so dass, wenn der Wind an irgend einer Seite des Centrums aus Westen bliese, er an der gerade entgegengesetzten Seite aus Ost wehen müsse. Espy geht von dem Grundsatze aus, dass beim Condensationsprocesse der im Wirbel aufsteigenden Luftmassen die dabei freiwerdende Wärme genüge, um die Luftmassen zu immer grösseren Höhen zu treiben, bis sie endlich an der Grenze der Atmosphäre nach allen Richtungen der Umgebung seitwärts abflössen, und hierin liege der Grund des tiefen Barometerstandes im Innern des Wirbels, des höheren ausserhalb und der Bewegung der unteren Luft nach dem Centrum hin.

Bekanntlich, bemerkt Espy, bewegt sich in den Vereinigten Staaten die obere Luft ostwärts; wenn nun die Condensationswolke diese obere Strömung erreicht, so bewegt sich diese Wolke und damit der centrale Theil mit der oberen Strömung, so dass also der Wind beim Herannahen der Sturmwolke aus östlicher Richtung einsetzt und nach Vorübergang aus westlicher weht.

Bei der Vertheidigung der centripetalen Theorie berief er sich (wie auch Hare) auf die Tornados, bei welchen allerdings direkt nach dem Centrum gerichtete Luftströme möglicherweise vorkommen können, indessen ist die Beweisführung mit ausserordentlichen Schwierigkeiten verknüpft.

Hare schrieb in Uebereinstimmung mit Piddington den Ursprung der Wirbelstürme elektrischen oder elektromagnetischen Störungen in der Atmosphäre zu, so dass zwischen den Wolken und der Erdoberfläche ein verticaler Luftstrom entstehe, der dann in Rotation gerathen soll; übrigens nahm er, wie bereits bemerkt, mit Espy die centripetale Luftbewegung im Wirbel an.

Redfield bemerkte schon 1839, dass der Wind in den heftigen

Stürmen an der Meeresoberfläche sich wahrscheinlich spiralförmig dem Centrum nähert und 1846 sagt er im „American Journal of Science“, dass er in einer Karte des Sturmes von 1830 spiralförmige oder nach innen gehende Linien habe eingraviren lassen wollen, aber er habe diesen Vorsatz aus Rücksicht auf den Graveur aufgegeben. Redfield hielt die Kreistheorie zu gewöhnlichen praktischen Untersuchungen und zur Entwerfung von Diagrammen für hinreichend, auch zur Unterscheidung der Wirbelwinde sowohl von den gradlinigen, als den centripetalen Winden, indem er glaubte, dass die mittlere Abweichung von der Tangente 2 Kompassstriche nicht überträfe.

Piddington spricht in seinem Horn-Book die Ansicht aus, dass es wahrscheinlich oder wenigstens möglich sei, dass die Cyclonen bei zunehmendem Umfange ein Auswärtsfliessen der Winde zeigen und bei abnehmendem Umfange ein Einwärtsfliessen. An einer anderen Stelle hält er es für möglich, dass der Wind in der Nähe des Centrums 2 bis 3 Kompassstriche von der Tangente abgelenkt würde, so dass manches tüchtige Schiff dem unheilvollen Centrum des Wirbels nicht habe entkommen können. Hierfür sprechen nach Piddington auch die Land- und Seevögel, Schmetterlinge, Fliegen u. s. w., womit Schiffe in der Nachbarschaft von Land während des Durchganges durch das windstille Centrum zusammentrafen, sie mussten nach und nach durch den nach innen blasenden Wind dem Centrum zugeführt sein.

Einen ferneren Beleg für das Einwärtswehen des Windes in dem Wirbel giebt uns Piddington durch die Bearbeitung des Journals der Mauritius-Brigg „Charles Heddle“, welche am 22. Februar 1845 bei Mauritius von einem Orcan erfasst wurde und in 5 Tagen 5mal ohne Segel das Centrum der Cyclone (auf der südlichen Hemisphäre, also mit der Sonne) umkreist haben soll, wobei sie sich immer mehr dem Centrum näherte. Umstehende Figur veranschaulicht nach Piddington den Weg des Schiffes.

Uebrigens waren Redfield, Reid und Piddington zuerst der Ansicht zugethan, dass die Wirbelbewegung in der Cyclone eine rein kreisförmige sei und erst später, nach sorgfältiger Prüfung ihres Beobachtungsmaterials modificirten sie dieselbe dahin, dass in den meisten Wirbelstürmen der Wind eine geringe Neigung nach innen zum Centrum haben müsse, über den genauen Werth dieser Abweichung vom Kreise geben sie keinen Aufschluss.

Alexander Thom[109]), welcher im Jahre 1845 das Resultat

seiner Beobachtungen auf Mauritius publicirte und in der Hauptsache mit Redfield und Reid übereinstimmte, dagegen ein entschiedener Gegner von Piddington war, sucht die Ursache der Wirbel im südlichen indischen Ocean und ihres Fortschreitens in dem Einflusse des Südostpassates und des Nordwestmonsuns, die, verschieden in Bezug auf Feuchtigkeit und Temperatur, in entgegengesetzter Richtung nebeneinander wehen. Zwischen beiden liegt eine Zone veränderlicher und leichter Winde oder Calmen, charakterisirt durch unbeständiges Wetter, ähnlich dem Zwischenraume zwischen dem

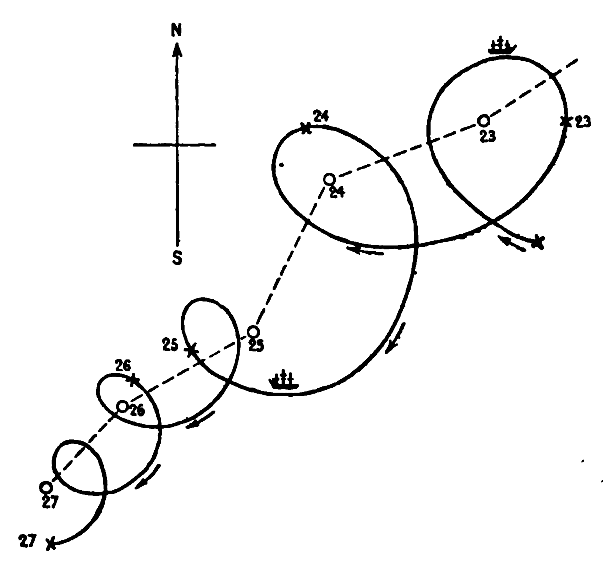


Fig. 20.

Nordost- und Südostpassat im atlantischen Ocean. In diesem Raume entstehen nach Thom die grossen fortschreitenden Orcane, indem der Südostpassat nach Süd, und der Nordwestmonsun nach Nordnordwest und Nord umbiegt. Ist der Wirbel einmal entstanden, so geben die beiden entgegengerichteten Luftstöme demselben immer weitere Nahrung, so dass hierdurch seine Fortdauer bedingt ist, denn auf andere Weise lässt sich nach Thom die ungeschwächte Unterhaltung eines mehrere Tausend Seemeilen wegschreitenden Wirbels nicht erklären. Nachstehendes Schema veranschaulicht Thom's Ansicht (Fig. 21).

In Uebereinstimmung mit Dove und Redfield nimmt Thom an, dass die Verminderung des Luftdruckes im centralen Raume

durch den Einfluss der Centrifugalkraft entstehe, welche die Luft nach aussen hin dränge, wodurch ein aufwärts steigender Luftstrom entstehe, während gleichzeitig unten neue Luftmassen von allen Seiten spiralförmig dem Centrum zuströmen.

Die Thom'sche Theorie über die Entstehung der Cyclonen in Südindien (1845 publicirt) fand zuerst wenig Beachtung. Erst nachher, als die Stürme dieser Gegend häufig Gegenstand der Discussion in der „Mauritius Meteorological Society" waren, fand dieselbe durch Meldrum, den Secretär dieser Gesellschaft, eine wichtige Stütze. Im Jahre 1861 bemerkte dieser, dass die Orcane ihren Ursprung und den Grund ihrer Fortdauer hätten in dem Schwanken und dem Streiten des äquatorialen westlichen Monsuns und des

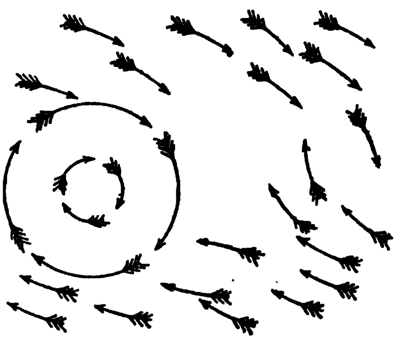


Fig. 21.

Südost-Passates, wenn die Sonne eine südliche Declination hätte. Zwischen diesen beiden Windsystemen sei eine Zone grösster Wärme und daher niedrigen Luftdruckes mit leichten und variablen Winden. Der Monsun und Passat wehen nach der entgegengesetzten Richtung in diesen Raum veränderlicher Winde, der nach Westen hin zum erhitzten Lande südwärts sich ausbreitet. Dabei spielt der Nordwest-Monsun wegen seiner grösseren Ausdehnung und seiner kälteren schwereren Luft bei dem Zustandekommen des Wirbelsturmes die Hauptrolle. Nachher belehrte ihn der Orcan vom 12. bis 19. Mai 1863, bei welchem der Südwest-Monsun in der Bai von Bengalen herrschte, dass der Nordwest-Monsun keine wesentliche Bedingung zur Bildung der Orcane sei, und er nahm desshalb seine frühere Behauptungen zurück.

Gegen Thom's Ansicht bemerkt Reye, dass es unbegreiflich sei, wie der Nordwest-Monsun und der Südost-Passat, deren Ge-

schwindigkeit Thom zu 30 Seemeilen pro Stunde angiebt, ohne Mitwirkung anderer Kräfte der zwischen ihnen wirbelnden Luft eine Orcangeschwindigkeit von 100 Seemeilen ertheilen könne. Ausserdem erhebt Piddington gegen Thom den schweren Einwurf, dass ja seine Orcane sich mehrere hundert Seemeilen weit quer durch den Passat einen Weg bahnen. Vollständig wird aber Thom's Ansicht durch Piddington's Bemerkung, dass die Passate und Monsuns unendlich schwanken zwischen den Strichen, nach denen sie benannt werden, und dass besonders in der Bai von Bengalen und den chinesischen Meeren der eine dieser Winde bald nördlich, bald südlich von dem anderen sich befinde. „Ist der Südwest-Monsun ein westsüdwestlicher und der Nordost-Monsun ein ostnordöstlicher im Norden desselben, so erhalten wir für die nördliche Hemisphäre eine gegen die Sonne sich drehende Cyclone; wenn jedoch der Nordost-Monsun ein nordnordöstlicher ist, der an der Ostseite der Bai weht, und der Südwest-Monsun ein südsüdwestlicher, der an der Westseite der Bai am stärksten bläst, so wird die Cyclone mit der Sonne sich drehen". Wir haben im letzteren Falle eine Anticyclone, welche den höheren Luftdruck im Innern verlangt. Letzteres kommt aber nördlich vom Aequator niemals vor, und Thom's Ansicht muss desshalb verworfen werden.

Von hervorragender Bedeutung für die Entwickelung der Kenntniss der Stürme war die Thätigkeit der „Mauritius Meteorological Society", wo alle auf Cyclonen und deren Fortpflanzung bezüglichen Fragen auf das eifrigste und eingehendste besprochen wurden und namentlich die praktische Seite im Interesse der Sicherheit der Seefahrt die grösste Berücksichtigung fand. Insbesondere war der Secretär dieser Gesellschaft, Meldrum, unermüdlich nach dieser Richtung thätig und namentlich ihm ist die Feststellung einer Reihe höchst wichtiger Resultate zu danken. Er wies unzweifelhaft nach, dass der Wind nicht in concentrischen Kreisen sich um das Centrum einer Cyclone bewegt, sondern sich in spiralförmigen Curven demselben nähert, und gründete hierauf wichtige Regeln für das Verhalten der Schiffe, welche von einer Cyclone erfasst werden.

In eine neue Phase trat die Erforschung der Sturmgesetze durch die Arbeiten Buchan's [110]) über die mittlere Luftdruckvertheilung in der jährlichen Periode auf der Erdoberfläche und die Verbindung derselben mit den vorherrschenden Winden. Hierdurch wurde es möglich, den Kreislauf der Atmosphäre in grossen Zügen klarzulegen, und, indem man die Beziehungen zwischen Luftströmung

und Luftdruck der Betrachtung zu Grunde legte, einen klaren Ueberblick über manche vorher verwickelte allgemeine atmosphärische Vorgänge zu gewinnen.

In der neueren Zeit sind die Cyclonen vielfach Gegenstand eingehender Studien gewesen, deren Resultat wir im Nachfolgenden zusammenfassend mittheilen wollen.

b) Neuere Ansichten, insbesondere in Bezug auf die Entstehung der Cyclonen.

Die tropischen Cyclonen, denen die vorhergehenden Erörterungen gewidmet waren, sind dem Wesen nach von den europäischen im Allgemeinen nicht verschieden, auch bei ihnen bewegt sich die Luft nach denselben Gesetzen um ein gemeinsames Centrum, oder um mehrere Orte tiefsten Luftdruckes und ist die Erhaltung und Fortbewegung an dieselben Bedingungen geknüpft. Nur im Umfange, in der Intensität und in der Bewegungsrichtung der in Bewegung gesetzten Luftmassen ergeben sich einige mehr oder weniger erhebliche Unterschiede.

Während bei den tropischen Cyclonen, entsprechend dem geringeren Einflusse der ablenkenden Kraft der Erdrotation, die auf der nördlichen Hemisphäre nach rechts, auf der südlichen nach links gerichtet ist, der Umfang sehr klein ist, und die centripetale Componente überwiegt (allerdings nach dem Centrum hin wegen der mit der Windgeschwindigkeit wachsenden Centrifugalkraft abnehmend), haben die Cyclonen höherer Breiten eine viel grössere Ausdehnung und bewegt sich die Luft um dieselben unter dem Einflusse der Erdrotation und der Centrifugalkraft nahezu parallel mit den das barometrische Minimum umgebenden Isobaren. Da die dem Centrum zugeführte Luft aus der Cyclone wieder weggeschafft werden muss, so ist die Annahme eines aufsteigenden Luftstromes und Wegströmen derselben nach auswärts unerlässlich. Dieses bedingt einen Intensitäts-Unterschied in dem Charakter der tropischen Cyclonen und derjenigen der höheren Breiten: die stark nach innen gerichtete Bewegung der warmen feuchten Luftmassen bei den tropischen Cyclonen verlangt, wenn die Cyclone erhalten werden soll, einen stark aufsteigenden Luftstrom, und dieses bedingt einen viel rascheren und intensiveren Condensationsprocess, als es bei unseren Stürmen der Fall ist. —

Die bedeutsamsten Forschungen auf dem Gebiete der Cyclonen-Theorie wurden in Amerika gemacht, und zwar von Ferrel. Die genialen Arbeiten dieses Gelehrten wurden schon vor etwa

25 Jahren veröffentlicht, fanden jedoch, wenigstens in Europa, wenig Beachtung, obwohl sie über die allgemeine atmosphärische Circulation sowohl, als über das Wesen der Cyclonen und Anticyclonen befriedigende Auskunft gaben [111]). Erst in den letzten Jahren lernte man, insbesondere durch mehrere Aufsätze und Referate in der Zeitschrift der österreichischen Gesellschaft für Meteorologie, diese Untersuchungen näher kennen und schätzen und gegenwärtig dürften die Hauptresultate Ferrel's keinem Meteorologen mehr unbekannt sein. — Während Ferrel seine Resultate fast ausschliesslich auf dem Wege der Rechnung fand, war Loomis eifrig und unablässig bemüht, nach statistischer Methode die Gesetze aufzufinden, welche bei den Witterungserscheinungen, insbesondere aber in ihrer Beziehung zu den Cyclonen und Anticyclonen, zu Grunde liegen. In seinen „Contributions to meteorology" hat Loomis eine ganze Fülle werthvollen synoptischen Materials niedergelegt und verarbeitet und hierdurch Licht über manche bisher noch unklare Vorgänge verbreitet [112]).

In Europa war durch die Dove'schen Theorien über das Verhalten der Aequatorial- und Polarströme und die daraus abgeleiteten Ansichten über Wind und Wetter die Meteorologie in ein falsches Fahrwasser gerathen, woraus sie sich erst allmählich und nach vielen Kämpfen wieder frei machen konnte. Nur wenige wagten es, von Dove abweichende Ansichten zu haben, von welchen ich insbesondere den um die Meteorologie sehr verdienten Buys Ballot, welcher durch seine Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Luftdruck und Wind (Buys Ballot'sches Gesetz) allgemein bekannt wurde, und in Deutschland Prestel, vielleicht auch Mürrhy, nennen deren kühne sanguinische Behauptungen uns allerdings nicht sympathisch sind.

Eine sehr bedeutende und wenigstens für Europa epochemachende Untersuchung über die europäischen Stürme wurde im Anfange der 70er Jahre von dem Director des norwegischen meteorologischen Institutes, H. Mohn, veröffentlicht. Insbesondere hat Mohn durch seinen Sturmatlas [113]) einen sehr werthvollen Beitrag zur Kenntniss der Ursachen der Entstehung, Fortpflanzung und des Verhaltens der Cyclonen geliefert, und durch eine Reihe synoptischer Karten unzweifelhaft den Beweis geliefert, dass die durch Dove vertretenen Ansichten über die Entstehung der europäischen Stürme durch das Nebeneinanderfliessen der Polar- und Aequatorialströme und den Kampf derselben, unhaltbar sind, so dass hierdurch

in Europa der weiteren Verfolgung einer falschen Fährte bei Erforschung der Stürme das Ziel gesteckt würde.

Seit dieser Zeit ist die Cyclonentheorie oftmals untersucht und besprochen worden, und wenn die bei derselben bisher bestehenden Unklarheiten noch nicht alle beseitigt werden konnten, so können wir immerhin mit Befriedigung auf die in neuester Zeit gewonnenen Resultate sehen, und eine vergleichsweise vollständige Lösung des Problemes in kürzerer oder längerer Zeit erwarten.

Gerne möchte ich nun alle Ansichten und Meinungen, sowie alle Untersuchungen auf diesem Gebiete genetisch ausführlich darlegen, allein, abgesehen von den dabei sich bietenden Schwierigkeiten, würde diese Darstellung zu umfangreich werden; ich will mich vielmehr darauf beschränken, in möglichst gedrängter Darstellung das zu erwähnen, was mir über die Cyclonen am meisten wissenswerth erscheint, verweise indessen auf die zahlreichen Mittheilungen über diesen Gegenstand in der Zeitschrift der österreichischen Gesellschaft für Meteorologie, die, beiläufig gesagt, eine sehr reichhaltige Fundgrube für die Meteorologie überhaupt abgiebt.

Bei dem Zustandekommen und der weiteren Entwickelung einer Cyclone treten mehrere Kräfte in Wirksamkeit, die wir der Reihe nach etwas näher betrachten wollen.

Die Wirkung der Schwere bei ungleicher Druckvertheilung bedingt ein Wegströmen der Luft von der Stelle des höheren Luftdruckes nach derjenigen des niedrigeren, und zwar ist diese Luftbewegung um so stärker, je grösser die Luftdruckunterschiede sind. Die grössten Luftdruckunterschiede werden gegeben durch den Gradienten, d. h. durch eine auf den Isobaren, oder Linien gleichen (auf das Meeresniveau reducirten) Luftdruckes, senkrechte Linie. Die Grösse des Gradienten wird angegeben durch die Anzahl der Millimeter, um welche der Luftdruck auf dieser Linie in einer Strecke von einem Meridiangrad (111^{km}) abnimmt. Ist an irgend einer Stelle der Luftdruck am niedrigsten, so geben die Gradienten an diesem Punkte ein hinreichend klares Bild über die Luftdruckverteilung der Umgebung des Minimums. Berücksichtigen wir nur die Wirkung der Schwere, so müsste die Richtung der bewegten Luft mit derjenigen des Gradienten zusammenfallen und der Wind würde also (wie es der Espy'schen Theorie entspricht) direkt zur Stelle des niedrigsten Luftdruckes hinströmen.

Aber ausser der Wirkung der Schwere ist die bewegte Luft noch vielen anderen Einflüssen unterworfen, welche sie beständig

von der Richtung des Gradienten ablenken. Würde unsere Erde in Ruhe sein, so würde die nach irgend einer bestimmten Richtung hin bewegte Luft an der Erdoberfläche ein Stück eines grössten Kreises beschreiben. Die Rotation der Erde um ihre Axe aber verursacht eine Abweichung der Windbahnen vom grössten Kreise, so zwar, dass die Luftmassen, welche sich, ihre ursprüngliche westöstliche Geschwindigkeit behaltend, nach den Polen fortbewegen, den Orten immer mehr voraneilen, welche auf dem grössten Kreise liegen, auf welchem sich die Luft ursprünglich bewegte, wogegen die Luftheilchen der nach dem Aequator gerichteten Bewegung zurückbleiben. Dieses gilt auch, wenn sich die Luft im Sinne der Parallelkreise bewegt, denn bei relativer westöstlicher Bewegung wird die nach dem Aequator gerichtete Componente der Centrifugalkraft vergrössert und erhält das Uebergewicht über die Anziehungskraft, bei relativer ostwestlicher verringert. In allen Fällen wird also (wenn wir stets die nördliche Hemisphäre voraussetzen) die Luftbewegung nach rechts abgelenkt, oder die relative Trägheitsbahn krümmt sich nach rechts, so dass also die Windbahnen anticyclonal gekrümmt sind. Aus der Combination beider Effecte ergiebt sich für die durch Kräfte unbeeinflusste relative Bewegung eine kreisförmige Bahn, bei welcher der Krümmungspunkt auf der rechten Seite liegt.

„Die Kenntniss der Eigenschaften der so leicht durch die Phantasie oder graphische Construction reproducirbaren Trägheitscurven," bemerkt Sprung[114]), „führt auch ohne jegliche Rechnung zu ganz wichtigen noch mehr oder weniger unbekannten Resultaten. Leicht überzeugt man sich z. B., dass bei den Trägheitscurven der nördlichen Hemisphäre der Krümmungsmittelpunkt im Allgemeinen stets auf der rechten Seite des dieselben durchlaufenden Körpers liegt. Die Krümmung ist also nach der Ausdrucksweise der neueren Meteorologie eine anticyclonale. Bewegte sich ein Luftstrom auf einer ebenfalls anticyclonalen, aber stärker gekrümmten Bahn a b c, so wäre die relative Centrifugalkraft grösser als bei der Bewegung in der Trägheitscurve; wegen dieses Ueberschusses wäre eine von links nach rechts gerichtete äussere Kraft b d (Centripetalkraft) erforderlich, damit diese Bewegung von Statten gehen könnte. Ist dagegen, wie gewöhnlich, die anticyclonale Krümmung der wirklichen Bahn geringer, als bei der Trägheitscurve f b g, so muss die erforderliche äussere Kraft Γe entgegengesetzt von rechts nach links gerichtet sein. Eine andere äussere Kraft Γr ist ferner in der Richtung der Bewegung erforderlich, um bei gleichförmiger Geschwindigkeit die Reibung zu überwinden.

In Wirklichkeit werden also die Isobaren so verlaufen, dass sich eine Gradientkraft Γ als Resultirende von Γe und Γr ergiebt. Wie die durch den Ablenkungswinkel α bezeichnete Beziehung dieser Resultirenden Γ zur

Bewegungsrichtung mit der Krümmung der Bahn variirt, ist mit Rücksicht darauf, dass sich bei gleichbleibender Geschwindigkeit die Compenente Γr nicht ändert, leicht zu übersehen, da nach dem Vorstehenden die andere Componente Γe zunächst nach rechts gerichtet ist, bei Bewegungen in der Trägheitscurve selbst verschwindet und dann mit abnehmender anticyclonaler Krümmung der Bahn in der entgegengesetzten Richtung mehr und mehr anwächst. Wie man sieht, läge auch die Richtung des wirklichen Gradienten Γ bei sehr starker anticyclonaler Krümmung der Bahn rechts von derselben, fällt bei Bewegungen in der Trägheitscurve mit dieser zusammen und weicht nach links von der Bewegungsrichtung ab. Bei Bewegungen in der Trägheitscurve erreicht Γ ein Minimum und wird grösser in dem Maasse, als die anticyclonale Krümmung der Bahn geringer wird, und schliesslich in die entgegengesetzte die cyclonale übergeht. Daraus ergiebt sich der allgemein (auch für die südliche Hemisphäre) gültige Satz:

Unter sonst gleichen Verhältnissen (hinsichtlich der geographischen Breite, Geschwindigkeit und Reibung) ist die cyclonale Krümmung von einem stärkeren Gradienten und grösseren Ablenkungswinkel α begleitet, als die anticyclonale Krümmung.

Lässt man umgekehrt die Reibungscoefficienten variiren, also die Componente Γr, so erkennt man sogleich: Bei gleicher Krümmung der Windbahn und gleicher Geschwindigkeit nimmt mit wachsendem Reibungscoefficienten der Gradient zu, der Ablenkungswinkel aber ab.

Fig. 22.

Da im mittleren und nördlichen Europa wegen der grösseren Barometerschwankungen im Norden die Ostwinde vorwiegend anticyclonal, die Westwinde meist cyclonal gekrümmten Bahnen angehören, so mag die aus empirischen Untersuchungen [115]) hervorgehende Thatsache, dass erstere bei gleicher Geschwindigkeit eines geringeren Gradienten bedürfen, als letztere, in dem erstere dieser Sätze wenigstens theilweise ihre Erklärung finden.

Die anticyclonale Krümmung der Trägheitscurven wird mit der Annäherung an den Aequator schnell geringer; am Aequator selbst ist, wie bei absoluter Bewegung, die gerade Linie die Trägheitscurve. Da nun nach vorstehender Figur bei irgend einer Krümmung der Windbahn (z. B. bei der geradlinigen Bahn) die Kraft Γe um so kleiner wird, je weniger stark anticyclonal die Trägheitscurve gekrümmt ist, so ergiebt sich sogleich folgender Satz:

Bei gleicher Krümmung der Windbahn und gleichem Reibungs-Coefficienten nehmen für ein und dieselbe Windgeschwindigkeit sowohl Gradient als auch Ablenkungswinkel mit der Annäherung an den Aequator ab.

Die Thatsachen bestätigen diesen Satz. Auf seine Untersuchungen über den atlantischen Ocean sich stützend, sagt Herr Toynbee darüber Folgendes[116]: „We find that there are much more wind in the tropics than in these latitudes, with the same gradient. I am inclined to think, that the difference has various causes: 1) The tropical gradients are much more permanent than those of these latitude. 2) The tropical gradients generaly extend over a much greater distance. — I would also call attention to the fact that from June to October the gradient of the NE-Trade is steeper than that of the SE-Trade with the same aomunt of wind; wich is probably caused by a downward current in the north part of the NE-Trade."

Bei gleichförmiger Bewegung der Luft hat die Kraft Γr nur die Reibungswiderstände zu überwinden; ist die Luftbewegung eine beschleunigte, so ist Γr grösser, als zu diesem Zwecke nöthig ist, dagegen bei verzögerter Bewegung ist Γr nicht im Stande die Reibungswiderstände zu beseitigen. In der Regel jedoch ist Γr positiv, wie sie in obiger Figur angenommen wurde. Die Kräfte Γr und Γe repräsentiren zusammen die Wirkung der Schwerkraft auf die ungleich vertheilten Luftmassen, und haben als Resultirende die Kraft Γ, welche zur Isobare senkrecht steht.

Aus den Wetterkarten geht hervor, dass die Windbahnen fast ausnahmslos schwächer gekrümmt sind, als die Trägheitscurven, und meistens eine cyclonale Krümmung zeigen, so dass also beide Kräfte Γr und Γe die in der Figur gegebene Richtung haben. Hieraus ergiebt sich sofort das barische Windgesetz, welches wir bereits oben anführten. — Für die südliche Hemisphäre hat Γe die entgegengesetzte Richtung, es ist also nur rechts mit links zu vertauschen. Dass die Windgeschwindigkeit mit dem Gradienten wachsen muss, wird sofort aus der Figur klar; wenn wir Γ vergrössern, muss auch Γr zunehmen[117].

Die Centrifugalkraft wirkt in demselben Sinne, wie die Erdrotation, sie ist ebenfalls wie jene keine treibende, sondern eine ablenkende Kraft. Ueberall wo Körper in krummliniger Bahn sich bewegen, äussert sich diese Kraft in dem Bestreben, den Körper senkrecht vom Centrum der Bewegung wegzutreiben. Die Centrifugalkraft wächst im einfachen Verhältnisse zur Krümmung der Bahn, im quadratischen zur Geschwindigkeit, so dass der Hälfte des Krümmungsradius eine doppelte, und der doppelten Geschwindigkeit eine viermal so starke Centrifugalkraft entspricht.

Es ist klar, dass sowohl die Erdrotation als auch die Centrifugalkraft beide in demselben Sinne wirken, nämlich die Luftbewegung nach rechts abzulenken, woraus also der spitze Winkel der Windbahnen mit der Richtung der Gradienten vergrössert werden muss. Beide Kräfte sind bei starker Krümmung der Isobaren, also bei Cyclonen mit geringem Umfang und bei grosser Windgeschwindigkeit, im Stande, fast kreisförmige Windbahnen zu schaffen, die nahezu mit den Isobaren zusammen fallen. Beim barometrischen Maximum verhält sich die Sache umgegekehrt, indem die Centrifugalkraft die Windbahn, welche sich um das Centrum des Maximums krümmt, nach dem Gradienten hin biegt, so dass also die Ablenkung durch die Erdrotation durch die Centrifugalkraft geschwächt wird.

Der Luftbewegung tritt als Hinderniss entgegen die Reibung der Luft an der Erdoberfläche, welche mit der Geschwindigkeit proportional wächst. Die Reibung ist geringer auf dem Meere, als auf dem Lande, am geringsten in den oberen Luftschichten, daher wird unter sonst gleichen Verhältnissen die Bewegung in den oberen Luftschichten rascher, als auf der Erdoberfläche und hier rascher, als auf dem Lande erfolgen und auf diesem bei ebenem Terrain schneller sein, als bei unebenem. Bei vergrösserter Reibung muss die Ablenkung geringer sein, also müssen die Windbahnen mehr nach dem Innern geneigt sein, als bei geringerer Reibung, eine Folgerung, die thatsächlich durch die geringere Ablenkung auf dem Lande gegenüber derjenigen auf dem Meere bestätigt wird.

Die Grösse der Ablenkung ist also um so grösser, je grösser die geographische Breite, je grösser die Geschwindigkeit, je kleiner der Krümmungsradius und je geringer die Reibung ist.

Erstreckt sich die Störung des atmosphärischen Gleichgewichtes nur auf ein kleines Gebiet, ist sie aber bedeutend, so tritt die Centrifugalkraft gegenüber dem Einflusse der Erdrotation durchaus in den Vordergrund. Die Luftbewegungen sind dann ausserordentlich, heftig und, nahe dem Centrum, ähnlich wie bei den Tornados. „Diese treten (nach Ferrel) auf bei grosser Erwärmung und Windstille, wodurch das Gleichgewicht in verticaler Richtung gestört wird. Die unteren Schichten bewegen sich aufwärts, von den Seiten erfolgt ein schnelles Zuströmen, und wenn nicht die Summe aller anfänglichen Drehungsmomente gleich Null ist, was selten der Fall sein wird, müssen die Luftmassen nahe dem Centrum schnelle Drehungen ausführen, ein Tornado ist die Folge. Dieses kann man

sich sehr gut verdeutlichen durch den Abfluss des Wassers aus einem Behälter durch eine Oeffnung im Boden. Wenn die Flüssigkeit beim Beginn der Bewegung vollständig zu Ruhe ist, erfolgt der Abfluss ohne Drehung, wenn aber die geringste anfängliche Rotation vorhanden ist, so geschieht der Abfluss mit rapiden Drehungen.

Bei den Tornados, welche stets von geringer Ausdehnung sind, ist der Einfluss der Erdrotation auf die Erzeugung von Drehungen sehr gering, im Vergleich zu dem Einflusse des Anfangszustandes der Atmosphäre. Die Richtung der Rotationsbewegung in einem Tornado ist daher bald von rechts nach links, bald umgekehrt. Daher können am Aequator zwar Tornados aber keine grosse Cyclonen entstehen. In diesen letzteren ist der Anfangszustand der Atmosphäre gleichgültig gegenüber dem Einflusse der Erdrotation und dieser letztere wirkt constant fort, während der erstere durch Widerstände leicht vernichtet wird. Daher haben die grossen Cyclonen eine lange Dauer, während die Tornados, hauptsächlich abhängend von der anfänglichen Intensität ihrer Drehung, bald durch Widerstände zum Stillstande gebracht werden.

In Folge der durch die rapiden Drehungen nahe dem Centrum eines Tornado hervorgerufenen starken Fliehkraft muss dort nahezu ein Vacuum entstehen. Wenn also ein Tornado über ein Gebäude hinwegzieht, wird der äussere Druck plötzlich entfernt und von innen wirkt er mit nahezu 10 333^{kg} pro Quadratmeter, daher die wie durch eine Explosion hervorgerufenen Zerstörungen [118]."

Vom Aequator nach dem Pole hin kommt immer mehr die Erdrotation zur Geltung und diese spielt jetzt bei den grossen, oft ganze Erdtheile einnehmenden Wirbeln gegenüber der Centrifugalkraft die Hauptrolle. —

Die Ursachen der Entstehung der Cyclonen haben wir zu suchen in der Gleichgewichtsstörung der Atmosphäre. Diese Störung hat hauptsächlich ihren Grund in der ungleichen Erwärmung unserer Erde und in dem Verhalten des Wasserdampfes in der Luft. Die Erwärmung der Luft über irgend einem Gebiete erfolgt in der bereits früher angegebenen Weise; die Niveauschichten heben sich und es erfolgt ein Abfliessen der Luft, also eine Verminderung der Luftmassen und daher eine Abnahme des Luftdruckes und ein Zuströmen der unteren Luft um das gestörte Gleichgewicht wieder zu ersetzen. Ist die erwärmte Luft feucht, so wird dadurch ein aufsteigender Luftstrom begünstigt, welches eine Condensation

des Wasserdampfes zur Folge hat, wodurch die Luft einen neuen Impuls zum Aufsteigen erhält, und aus diesem Grunde kann die Gleichgewichtsstörung eine bedeutende werden und sich längere Zeit erhalten.

Ist auf diese Weise auf irgend einem Gebiete der Luftdruck niedriger als in der Umgebung, so setzen sich gegen dasselbe Luftströmungen in Bewegung und diese werden durch die Erdrotation nach rechts abgelenkt (d. h. die Aequatorialzone bei etwa 10° Breite ausgenommen, wo der Einfluss der Erdrotation zu unbedeutend ist). Da die Strömungen von allen Seiten gegen das Gebiet niedrigen Luftdruckes gerichtet sind, so muss die Tendenz zu einer Wirbelbewegung entstehen, welche das Bestreben hat, sich einer ellipsen- oder kreisartigen Form zu nähern, um so mehr, je stärker die Luftbewegung ist. Der Einfluss der Erdrotation, sowie die hinzutretende Centrifugalkraft bewirken eine weitere Luftverdünnung, also ein weiteres Fallen des Barometers in dem centralen Raume.

Dass durch Bildung eines Wirbels eine schwache Bewegung in eine sehr heftige übergehen kann, zeigen die Wasserwirbel sehr deutlich, wenn man Wasser aus einem Gefässe durch ein im Boden befindliches Loch ausfliessen lässt. Ueber diesen Vorgang führen wir die Worte von Helmholz an, ohne seine Ansichten über die Analogie der künstlichen Wasserwirbel mit den atmosphärischen Wirbeln ganz zu theilen: „Den Vorgang der Bildung von Wirbelstürmen kann man nach gewissen Beziehungen hin sehr gut in kleinerem Maassstabe im Wasser nachahmen. Man nehme ein kreisrundes Gefäss, welches eine Oeffnung im Boden hat, die zuerst durch einen Kork geschlossen wird. Durch Rühren mit der Hand setze man das Wasser in langsam rotirende Bewegung und ziehe den Kork aus. Nun beginnt das Wasser in der Mitte auszufliessen, es wird durch neues ersetzt, welches von der Peripherie her sich dem Centrum nähert und dessen Rotationsbewegung in dem Maasse, als dies geschieht, zunimmt. Nahe der Mitte wird die Centrifugalkraft dieser heftig rotirenden Ringe so gross, dass der Wasserdruck nicht mehr im Stande ist, eine weitere Verengerung derselben zu bewirken. Dann bildet sich durch die Wassermasse eine senkrechte mit Luft gefüllte Röhre, die bis zur unteren Oeffnung hinabreicht, nach oben hin sich trichterförmig erweitert und gewöhnlich schraubenförmig an ihrer Wand gestreift ist. Diese Röhre hat genau die Form, in der man Wasserhosen abzubilden pflegt. Wirft man einen Kork in die Röhre, der

einerseits weiss, andererseits schwarz bemalt ist, so wirbelt er so schnell herum, dass die beiden Farben sich zu gleichmässigem Grau vermischen.

Auch im Wasser können wir also den Uebergang aus einer ursprünglich langsamen Wirbelbewegung in eine ausserordentlich schnelle beobachten. Sobald der Wirbel sich ausgebildet hat, fliesst das Wasser nur noch langsam aus, weil der grösste Theil der Ausflussöffnung von der Luftröhre eingenommen ist. Es ist hauptsächlich nur das Wasser vom Boden des Gefässes, das ausfliesst, nachdem es durch Reibung am Glase seine Geschwindigkeit verloren hat. Dieselbe Spiralbewegung gegen das Centrum hin haben die Wirbelstürme am Erdboden. Auch in diesen dürfen wir annehmen, dass es hauptsächlich die mächtige Centrifugalkraft ist, die das Aufsteigen der warmen Luft verzögert. Erst in dem Maasse, als die Rotationsbewegung sich durch Reibung am Erdboden vermindert, wird die Luft in die Höhe steigen können, oben weiter wirbelnd, dann aber ihre Kreise mit Nachlass der Rotation allmählig ausbreitend, in dem Maasse, als neue Luft nachfolgt.

Wenn übrigens einmal ein solcher Wirbel ausgebildet ist, so kann er in Luft, wie in Wasser lange fortbestehen, auch wenn die Ursachen aufhören zu wirken, die ihn hervorgebracht haben; die Bewegung der Luftmassen wird durch das Beharrungsvermögen unterhalten, sie erlischt erst allmählich durch den Einfluss der Reibung. — Die neueren Untersuchungen über die Grösse der Luftreibung haben ergeben, dass im Inneren ausgedehnter Luftmassen die Geschwindigkeitsabnahme durch die Reibung verschieden bewegter Luftschichten gegen einander eine äusserst langsame ist. Nur an den Widerständen des Bodens findet schnelle Abnahme der Geschwindigkeit statt."

Obgleich durch die Erdrotation und durch die Centrifugalkraft das direkte Zufliessen verhindert wird, so würde dennoch eine Ausgleichung erfolgen, wenn nicht die zugeflossene Luft beständig aus dem Centralraume weggeschafft würde. Dieses kann nur dadurch geschehen, dass die Luft im Innern der Cyclone aufsteigt und in geringerer oder grösserer Höhe nach auswärts abfliesst, wodurch also ein vertikaler Kreislauf der Luft eingeleitet wird. Kommt noch hinzu, dass die aufwärtssteigende Luft eine grosse Menge Wasserdampf mit sich führt, welcher beim Aufwärtssteigen sich abkühlt und zu Wolken oder Regen verdichtet, so wird hierdurch der Auftrieb begünstigt und die Kraft der Wirbelbewegung verstärkt.

Die Feuchtigkeit der Luft spielt nicht so sehr bei der Entstehung, als bei der Entwickelung und Erhaltung der Cyclone eine wichtige Rolle, über welche wir uns möglichst klar machen wollen. Es ist bekannt, dass Luft, welche, ohne ihren Wasserdampf zu condensiren, aufsteigt, sich für je 100^m Erhebung um nahezu 1^0 C. abkühlt, unabhängig von der Höhe, in welcher das Aufsteigen geschieht (wenn wir von der Aenderung der Intensität der Schwere mit der Höhe absehen) und von der Anfangstemperatur; beim Herabsinken findet eine Erwärmung um denselben Betrag für je 100^m statt. Ist die Luft jedoch mit Wasserdampf gesättigt, so dass sie beim Aufsteigen diesen fortwährend zum Theile condensirt, so erfolgt die die Abkühlung derselben bedeutend langsamer. Ich gebe nachstehend eine Tabelle nach Hann[119]) über die Wärmeabnahme in gesättigt feuchter Luft für je 100^m:

Anfänglicher Druck.	-10^0	-5^0	0^0	5^0	10^0	15^0	20^0	25^0	30^0	Seehöhe bei 0^0
mm										m
760	0,76	0,69	0,63	0,60	0,54	0,49	0,45	0,41	0,38	20
600	0,71	0,65	0,58	0,55	0,49	0,44	0,40	0,37	—	1910
400	0,68	0,57	0,50	0,47	0,42	0,38	—	—	—	5150
200	0,49	0,43	0,38	—	—	—	—	—	—	10670

Gewicht des Wasserdampfes (Gramme) in einem Kilogr. gesättigt feuchter Luft.

760	1,7	2,6	3,8	5,4	7,6	10,5	14,4	19,5	26,3	20
600	2,2	3,2	4,8	6,8	9,6	13,5	18,3	24,8	—	1910
400	3,3	4,8	7,2	10,2	14,4	20,0	—	—	—	5150
200	6,5	9,7	—	—	—	—	—	—	—	10670

Steigt z. B. ein gesättigt feuchter Luftstrom mit einer Anfangstemperatur von 15^0 C. zu einer Höhe von 3000^m auf, so wird er angenähert um $0{,}49 \cdot 30 = 14{,}7^0$ abgekühlt, oder seine Temperatur ist noch $0{,}3^0$. In dieser Höhe beträgt aber die Wärmeabnahme $0{,}55^0$, also die mittlere Wärmeabnahme 0,52, und die Temperatur bei 3000^m $= -0{,}4^0$. Ein trockener Luftstrom würde sich unter sonst gleichen Verhältnissen um 30^0 (statt $15{,}4^0$) abkühlen, also Unterschiede, die ganz bedeutend ins Gewicht fallen müssen. Bei dem herabsteigenden Luftstrom kann eine Condensation des Wasserdampfes nicht eintreten, die Luft wird wärmer und trockener, wie es ja bei den Föhnerscheinungen bekannt ist.

Die Wärmeabnahme mit der Höhe erfolgt in der Regel langsamer als diejenige im aufsteigenden, trockenen Luftstrome (vergl. Seiten 61 u. 119) und daher muss bei trockener Luft der Auftrieb rasch abnehmen und das Aufsteigen zu grösseren Höhen ist ge-

wöhnlich nicht möglich. Ist aber der aufsteigende Luftstrom feucht, so erfolgt das Aufsteigen bis zur Erreichung des Thaupunktes wie bei trockener Luft, dann aber, wenn die Condensation eintritt, verlangsamt sich bedeutend die Abkühlung und der Auftrieb erhält stets wieder neue Impulse. So kann die Luft zu ganz bedeutenden Höhen aufsteigen, um so mehr, je höher ihr Thaupunkt liegt. Die aus dem Condensationsprocess hervorgehende Wärme leistet dabei ununterbrochen die Arbeit, die Luftmassen in dem Innern der Cyclone emporzuheben und durch Abfluss wegzuschaffen. Aus dieser Arbeitsquelle schöpft die Cyclone immer wieder neue Energie; auf diese Weise kann sie sich längere Zeit erhalten, sich ausbreiten und fortschreiten. Durch die Bewegung der Luftmassen von einem grösseren Gebiete nach einer einzigen Stelle hin und durch das Hinzutreten des Einflusses der Erdrotation und der Centrifugalkraft wird die Kraft der Bewegung nach dem Innern der Cyclone concentrirt, so dass hier die Gradienten dicht zusammentreten und die Luft die stärkste Bewegung und ihre Richtung die grösste Abweichung vom Gradienten zeigt, aber dieser Zustand würde im Allgemeinen keinen längeren Bestand haben, wenn nicht der Wasserdampf die Rolle übernähme, die unten zufliessende Luft aus dem Wirbel wegzuschaffen.

„Da der Luftdruck nach oben abnimmt," sagt Reye[126]), „so dehnen diese (aufsteigenden) Luftmassen sich allmählich aus, und kühlen sich zugleich ab; ihr Wasserdampf muss desshalb, sobald der Sättigungspunkt erreicht ist, sich nach und nach zu Nebel und Wolken verdichten. Wahrscheinlich zeigen uns die losen, fliegenden Sturmwolken unten die zuerst gebildeten, nebelartigen Niederschläge, weiter oben aber verdichten sich immer grössere Mengen des mitgerissenen Wasserdampfes zu compacten Wolkenmassen, welche selbst in grosser Ferne wie eine düstere unheilvolle Bank erscheinen. Die zugleich frei werdende latente Wärme des Dampfes verlangsamt die Abkühlung der aufsteigenden Luft, dehnt diese aus und beschleunigt dadurch ihr Emporsteigen. Zugleich erweitert der schon unten sehr breite Luftstrom sich nach allen Seiten, wie auch aus der Thatsache hervorgeht, dass die fliegenden „Storm-scuds" sich in Spiralwindungen von der Cyclonenaxe entfernen. In einer uns unbekannten Höhe fliessen diese aufsteigenden Luftmassen nach Verlust des grössten Theiles ihres Dampfgehaltes, der als Regen zu Boden fällt, seitlich ab und breiten so den durch sie gebildeten und stets erneuten Wolkenteppich aus bis weit über die Grenzen

der Cyclone. Was aber wird unten an der Meeresoberfläche vor sich gehen?

Unter der emporsteigenden Luftsäule, in welcher durch die frei gewordene Wärme des verdichteten Wasserdampfes eine höhere Temperatur herrscht, als in ihrer Umgebung, muss der Luftdruck niedriger sein, als ringsum. Zu dieser Verdünnungsstelle strömt von allen Seiten, jedoch den vorhandenen Spiralwindungen des Sturmwindes folgend, die Luft heran, anfangs langsam, dann schneller und immer schneller, weil von aussen her der grössere Luftdruck sie treibt. Die Thatsache, dass der Sturmwind um so stärker wüthet, je näher man dem luftdünnen Centralraume kommt, wird hierdurch verständlich. Zugleich dehnt die einströmende Luft allmählich sich aus, z. B. um ein Zwanzigstel ihres anfänglichen Volumens, wenn das Barometer in der Cyclone um 1 1/2 Zoll gefallen ist. So kommt es, dass ihr Dampfgehalt manchmal schon an der Meeresfläche anfängt sich zu verdichten; die Wolken hängen im Innern der Cyclone tief auf das Meer hernieder, oder wie wir im Berichte der Arcona lasen, „Meer und Wolken scheinen sich zu verschlingen". Diese Ausdehnung der Luft und die mit ihrer Geschwindigkeit und Annäherung an das Centrum doppelt rasch wachsende Centrifugalkraft bewirken, dass die einströmende Luft, noch ehe sie die Cyclonenaxe wirklich erreicht hat, aufzusteigen beginnt, so einen windstillen oder nur von schwächeren und unregelmässigen Winden erfüllten Centralraume sturmfrei lassend. Ueber einer weiten ringförmigen Fläche, nicht über einer vollen Kreisfläche, steigt die Cyclonenluft allmählich, durch ihre Dampfwärme beschleunigt, empor."

Eine Folge der Cyclonenthätigkeit sind Wolkenbildung und Niederschläge, welche die Cyclone, wie es die Natur der Sache bedingt, in allen Phasen begleiten. Insbesondere erfolgen die Niederschläge in unseren Breiten auf der östlichen Seite der Cyclone, d. h. in der Richtung, nach welcher die Cyclone fortschreitet. Hierin stimmen die Autoritäten auf dem Gebiete der Cyclonentheorie überein. Espy zieht aus mehr als 1800 synoptischen Karten (im damaligen Sinne) zunächst für die Wintermonate den Schluss[121]): „Bei allen grossen und plötzlichen Depressionen giebt es viel Regen oder Schnee, und bei allen plötzlichen grossen Regen oder Schneefällen sinkt das Barometer stark in der Mitte des Sturmes und steigt ausserhalb seiner Grenzen."

Indem Loomis[122]) die synoptischen Karten der Vereinigten Staaten für 1872/73 in Bezug auf die Stürme untersuchte, erhielt

er aus 314 Tagen folgendes Ergebniss: „Jede beträchtliche barometrische Depression ist von Regenfall begleitet, und die Fläche, über welche sich derselbe erstreckt, dehnt sich gewöhnlich auf der östlichen Seite des Depressionscentrums viel weiter aus, als auf der westlichen. Ich bemerkte, dass sich der Regenfall nach allen Seiten rings um das Sturmfeld erstreckt, am weitesten verbreitet er sich aber auf der östlichen Seite. Dieses ist der allgemeine Verlauf der Stürme der Vereinigten Staaten."

An einer anderen Stelle bemerkt Loomis [123]): „Nähert man sich mehr (über 200 Miles) der Küste, so findet man ein plötzliches Wachsen in der Heftigkeit der Stürme, wahrscheinlich wegen der vermehrten Zufuhr von Wasserdampf, der aus dem Ocean und Golf kommt, und einen gesteigerten Regenfall mit vermehrter Ausdehnung der Luft und gesteigerter Heftigkeit des Windes und Druckabnahme zur Folge hat.

In 53 Fällen unter 148 wurde kein Regen gefunden für die vorhergehenden 8 Stunden an der Station, wo der Druck am niedrigsten gewesen und in 78 Fällen war der Regen geringer, als $^{1}/_{10}$ Zoll; der Hauptregenfall erfolgte nicht im Centrum des Minimums, sondern bedeutend östlich vom Centrum."

Aus den Karten seines Stormatlasses erhält Mohn das Ergebniss, dass auf der vorderen, östlichen Seite einer Cyclone die Feuchtigkeit und Wolkenmenge zunehmen, und dass daselbst starker und anhaltender Regen und Schnee fällt.

Dieses gilt nicht allein für die Cyclonen höherer Breiten, sondern auch für diejenigen der Tropen. „Hunderte von Meilen weit," sagt Thom [124]), „auf allen Seiten des Wirbels lagert eine dichte Wolkenschicht, welche in Strömen und ohne Unterbrechung Regen ausgiesst. Dieser Process dauert wochenlang und ist charakteristisch für den Orcan in allen seinen Phasen. Das Nahen eines solchen Sturmes kann beinahe vorausgesagt werden an dem ununterbrochenen Wolkenlager, welches langsam den Himmel überzieht, zuerst in grosser Höhe, allmählich aber zu unteren Schichten niedersteigend und vom zunehmenden Dunkel begleitet, bis es zuletzt auf der Erde ruht und es zu regnen anfängt. In einer Entfernung von 200 oder 300 Seemeilen von dem Wirbel werden diese Anzeichen wahrgenommen." Ich werde auf diesen Gegenstand weiter unten bei Besprechung der Fortpflanzung der Depressionen wieder zurückkommen.

Indessen gehören Cyclonen ohne Regenfall, oder mit sehr geringen Niederschlägen, gerade nicht zu den seltensten Fällen. Aus

den Wetterkarten der Seewarte liesse sich eine Anzahl solcher Fälle zusammenstellen, die jedoch die Eigenthümlichkeit haben, dass die Cyclonen einerseits wenig entwickelt sind und andererseits die Neigung haben sich rasch auszufüllen. Loomis[125]) stellt für 15 Monate, September 1872 bis November 1873, aus den Wetterkarten der Vereinigten Staaten alle die Fälle zusammen, in welchen die Regenmenge an keiner Station 0,1 Zoll in 8 Stunden übertraf und fand, dass sich zuweilen barometrische Minima bilden und sich 8 bis 24 Stunden und länger erhalten, ohne dass sich in ihnen gar keine, oder doch keine nennenswerthe Niederschläge condensiren. Daher und mit Rücksicht auf die Thatsache, dass in den südlichen Vereinigten Staaten ein Gebiet starken Regenfalls von einigen hundert Miles Durchmesser ohne merkliche Erniedrigung des Luftdruckes ausbilden kann, schliesst Loomis, dass der Regenfall nicht wesentlich ist für die Bildung von Depressionsgebieten und nicht die Hauptursache ist ihrer fortschreitenden Bewegung.

Schon oben haben wir die Ansicht ausgesprochen, dass die Hauptursache der Entstehung der Cyclonen in der ungleichen Vertheilung des Luftdruckes zu suchen sei, welche durch ungleiche Erwärmung hervorgebracht wird, wobei geringe Luftdruckdifferenzen genügen, die Wirbelbewegung einzuleiten, welche dann durch die Erdrotation und Centrifugalkraft weiter entwickelt wird. Dass aber auch bei der Entstehung des Wirbels der Wasserdampf mitwirken, ja die Hauptrolle übernehmen kann, scheint uns mehr als wahrscheinlich zu sein.

Ueber einem grösseren Gebiete sei der Luftdruck gleichmässig vertheilt, die Luftsäulen im Innern seien feucht und die nach aussen hin trocken. In feuchter Luft ist die Druckabnahme mit der Höhe langsamer als in trockener und daher wird in der Höhe ein nach aussen gerichteter Gradient entstehen, so dass hierdurch ein Abströmen der Luft in der Höhe bedingt wird. Das Barometer muss also im Innern dieses Gebietes fallen und dadurch ein Zuströmen der Luft in den unteren Luftschichten, also im Wirbel, erfolgen. Die eben vorausgesetzten Gegensätze treten im Winter viel schärfer auf, als im Sommer und daher die grössere Häufigkeit und grössere Intensität der Cyclonen in der kälteren Jahreszeit.

An und für sich wird der Regenfall keine bedeutende Aenderungen des Luftdruckes hervorbringen können, sonst müssten heftige Regengüsse stets von starkem Fallen des Barometers begleitet sein, wenn auch eine deutliche Wirbelbewegung nicht vorhanden ist, und

zudem müssten in den Tropen bei den ausserordentlich starken Niederschlägen die Barometerschwankungen am stärksten sein. —

Ehe wir uns weiter mit dem Verhalten der Cyclonen beschäftigen, wollen wir noch kurz einige Theorien über die Entstehung der Cyclonen erwähnen, welche von den oben dargelegten Ansichten mehr oder weniger abweichen.

Der geniale dänische Ingenieur Colding[126]) leitet die Entstehung und Entwickelung der Cyclonen ab aus den Gesetzen, welche für die Bewegung des Wassers in Kanälen oder in freien Meeresströmen ebenso gelten, wie für die Luftströme in der Atmosphäre. Auf diese Weise gelangt nun Colding zu folgenden Ergebnissen:

Wenn der Aequatorialstrom und der Polarstrom, welche sich Colding im Allgemeinen im Dove'schen Sinne denkt, so an einander vorbeiwehen, dass der Aequatorialstrom östlich liegt, so haben beide Strömungen die Neigung, sich von einander zu entfernen. Hierdurch entsteht an der Grenze der beiden Ströme eine Luftverdünnung, so dass die Niveauflächen gleichen Druckes von der Begrenzungsfläche nach aufwärts geneigt sind. „Hieraus folgt weiter," sagt Colding, „dass, da die Grösse des zwischen den beiden Niveauflächen entstehenden Thales von der Geschwindigkeit der Stürme abhängt, jede zufällige Stauung (Geschwindigkeitsabnahme) in einem dieser Ströme Anlass geben muss, dass derselbe sich in seinen Nachbarstrom stürzt und hier entweder von Nordwest oder von Südost einen Wirbelsturm hervorruft, welcher sich der Sonne entgegengesetzt bewegt. Es ist nämlich klar, dass, solange der Strom seinen Lauf fortsetzt, die Erdrotation jener Kraft das Gleichgewicht hält, welche der Neigung der Niveauflächen der beiden Ströme entspricht, aber sobald die Geschwindigkeit in einem der Ströme vermindert wird, erlangt die Schwerkraft das Uebergewicht und der Wirbel ist unausweichlich da." Liegt andererseits der Aequatorialstrom auf der Westseite des Polarstromes, so muss nach Colding eine Stauung der Luftmassen stattfinden, indem die beiden Ströme sich gegenseitig zu verdrängen streben; allein an der Ostseite des Aequatorialstromes können Wirbel niemals entstehen, „indem die Schwerkraft hier dahin wirkt, die Luftmassen zu zertheilen". Daher kommt es, dass die Wirbelstürme stets gegen die Sonne rotiren.

Ueber die Wirbelbewegung selbst bemerkt Colding, dass aus dem Wirbel ein permanenter Luftstrom nach aussen in der Richtung der Niveauflächen abströmen muss, in dem Maasse, als die

Luft zuströmt. Durch die mannigfachen Widerstände an der Erdoberfläche wird die Rotationsgeschwindigkeit vermindert, der äussere Luftdruck erhält die Oberhand, wodurch eine Zuströmung der äusseren Luft und eine Verdichtung der Luft im mittleren Theile des Wirbels bedingt wird, wobei andererseits wieder Luft gegen den äusseren Umfang des Wirbels längs den Niveauflächen fortgetrieben wird, entsprechend der Einströmung gegen das Centrum. Hierdurch erklärt Colding die „schraubenförmigen Erscheinungen, welche so häufig bei kleineren Luftwirbeln, Wasserhosen u. dgl. wahrgenommen werden, indem es eine selbstverständliche Folge ist, dass die von aussen längs der Erdoberfläche einströmende Luftmenge nach dem Einströmen von dem Wirbel in eine rotirende Bewegung versetzt wird."

Ebenso leitet Wittwer [127]) die Cyclonenbewegung aus der Erscheinung der Trichterbildung bei bewegten Wassermassen ab, indem er bei der Luft die Dichtigkeitsverhältnisse das bedeuten lässt, was beim Wasser eine Niveauverschiedenheit ist. Auf der Nordhalbkugel haben wir als Componirende der Orcane die Polar- und Aequatorialströmung. In den mittleren Breiten ist im Allgemeinen die Richtung der Polarströmung von Nordost nach Südwest, und je mehr man gegen die Tropen kommt, um so mehr geht die Richtung in die ostwestliche über. Die Aequatorialströmung muss in der Calmennähe als reiner Südwind beginnen, und sie bekommt nach und nach, wenn sie in höhere Breiten gelangt, eine mehr und mehr hervorragende Biegung gegen Ost. — Untersucht man nun für die verschiedenen Breiten die Resultirende, so findet man, dass ein Wirbel zum Vorschein kommen muss. In der Nähe der Calmen stehen die Richtungen der beiden Strömungen nahezu senkrecht auf einander, und es ist also auch aus diesem Grunde hier der geeignetste Platz zu dem Entstehen der den Trichtern im Wasser analogen Wirbel.

Nach Murphy [128]) giebt es viele Indicien für die Theorie, dass die Wirbelwinde entstehen durch das Zusammentreffen verschiedener Luftströme, namentlich dass die Cyclonen entstehen durch den Conflict der Passate der nördlichen und südlichen Hemisphäre, wenn einer derselben bis zu einer grossen Entfernung den Aequator überschreitet. Die Ursache des aufsteigenden Luftstromes findet er in der Reibung der untersten Luftschichten des Wirbels an der Erdoberfläche. Hierdurch werde die Centrifugalkraft verringert gegen jene der oberen Schichten; der Effect sei ein Zuströmen der

unteren Luft gegen das Centrum und ein Aufsteigen derselben daselbst.

Nach Faye [129]) haben die Orcane, Stürme, Gewitter mit oder ohne Hagel, die atmosphärische Elektricität etc., kurz eine ganze Gruppe von Erscheinungen ihren Ursprung in den hohen Regionen der Atmosphäre. Während an der Erdoberfläche die Windgeschwindigkeit nur in seltenen Fällen 20—30^{m} pro Secunde übertrifft, ist die Geschwindigkeit der Sturmwolken ausserordentlich grösser, indem diese oft mit einer drei- oder viermal grösseren Geschwindigkeit dahin eilen, als der Unterwind. Hiernach wäre die Erzeugung der Wirbel in den oberen Regionen nicht unschwer zu erklären. Die in den Tropen erwärmte und aufgestiegene, oben fortwährend polwärts fliessende Luft wird durch die Erdrotation und durch die beständige Richtungsänderung der Erdaxe mit Rücksicht auf die Sonne, in ihrer gleichförmigen Bewegung unterbrochen, so dass gesonderte Ströme in der Höhe entstehen, an deren Rändern Wirbel, wie diejenigen in unseren Wasserläufen, entstehen können und entstehen müssen. Diese Wirbelbewegungen werden aus den oberen Regionen einfach durch Reibung auf die unteren Luftschichten bei grossen Cyclonen übertragen, bei den Tromben, bei welchen das Verhältniss der verticalen Ausdehnung zu derjenigen der horizontalen überwiegt, hat man ausser der horizontalen Wirbelbewegung nur noch eine viel schwächere Bewegung von oben nach unten zur Erklärung aller Erscheinungen anzunehmen; dadurch wird die Trombe den Wasserwirbeln durchaus ähnlich. Der Wirbel pflanzt sich dann nicht mehr successive von oben nach unten fort, sondern gewissermassen als Ganzes, mit der ganzen Gewalt der oberen Luftbewegung.

„Es handelt sich darum," sagt Faye, „die Theorie der Meteorologie gänzlich zu reformiren: die Idee der Aspirationsstürme mit centripetalen Luftströmen ist zu verbannen; es ist Zeit, auf diese grossen aufsteigenden Ströme zu verzichten, welche am Grunde, aus einer stillen Luft, eine nicht existirende lebendige Kraft schöpfen, um oben Gewitter zu bilden und Stürme, welche mit energischer Rotations- und rapider Translationsbewegung ausgestattet sind, welche aus denselben Schichten eine überhitzte Luft schöpfen, um oben in einigen Minuten enorme Wassermassen gefrieren zu lassen. Die Meteorologen haben sich mit Hülfe der Phantasie eine Atmosphäre geschmiedet, welche mit der wirklichen Atmosphäre nichts gemein hat. So verfährt eine im Entstehen begriffene Wissenschaft, wenn ein aufmerksames Studium bedeutungsvoller Thatsachen noch nicht

ausgeführt ist, und wenn der Theoretiker durchaus Alles a priori erklären will."

Den eben entwickelten Ansichten von Faye tritt der um die Begründung der mechanischen Wärmetheorie sehr verdiente Hirn im Allgemeinen bei, nachdem er die Theorien von Peltier und Reye untersucht und aufgegeben hat.

In Deutschland hat die eben besprochene Faye'sche Richtung in Andries [180]) einen warmen Vertreter gefunden, welcher gestützt auf Versuche folgende Behauptungen aufstellt: „Zur Erklärung der Entstehungsweise der Cyclonen nehme ich in der Höhe der Atmosphäre heftige Luftströme an, die je nach der geographischen Breite in verschiedenen Richtungen dieselbe durchfurchen. Es ist überflüssig, das Vorhandensein solcher Strömungen, die zum Theile mit rasender Geschwindigkeit dahinsausen, nachzuweisen." (Andries beruft sich dabei auf die Arbeiten von Hildebrandsson, Ley, Köppen und auf die Ballonfahrten.) „Bricht sich nun ein solcher Sturm von einer gewissen Breite und Tiefe Bahn, so erzeugt er an seinem vorderen Ende und an seinen beiden Seiten bei seinem Vorwärtsdringen eine wirbelnde Bewegung in relativ ruhiger Luft, die ihn begrenzt. Mit seinem Fortschreiten schreitet auch die wirbelnde Bewegung, die, sich allmählich nach unten hin trichterförmig erweiternd, fortpflanzt, voran. Nur derjenige der beiden Wirbel (auf der nördlichen Halbkugel), dessen Drehungsrichtung der Bewegungsrichtung des Uhrzeigers entgegengesetzt ist, kommt zur Ausbildung, der andere mit anticyclonaler Drehung erschöpft sich meist, ehe er die Erdoberfläche erreicht. Der untere wird in seiner drehenden Bewegung unterstützt durch die Rotationsdifferenz der Luftmassen an seinem nördlichen und südlichen Ende, die von der Umdrehung der Erde und somit von der Breite abhängig ist. Der zweite wird in demselben Maasse in seiner Bewegung gelähmt. Erst nachdem der erstere Wirbel die Erdoberfläche erreicht hat, beginnen die eigentlichen Erscheinungen, wie sie bei den Cyclonen aufzutreten pflegen, also die spiralförmige Bewegung der Luftmassen nach dem Centrum hin, die Einbiegung oder Neigung, die im vorderen Theile stärker sein muss als im hinteren, das Aufsteigen der Luft im Innern und Abfliessen oben nach den Seiten hin etc. etc. Man kann alle diese Naturerscheinungen ganz naturgetreu im Wasser nachahmen. Hält man z. B. einem sich bewegenden Wirbel ein Hinderniss entgegen durch Eintauchen eines Stabes oder durch passende Bewegung des ganzen Gefässes, so sieht man deutlich, wie

die einzelnen Spiralen eingebogen werden. Findet daher die Cyclone auf ihrem Wege durch Bodenhindernisse oder ungleiche Luftdruckvertheilung einen ungleichen Widerstand, so müssen jene Schleifen oder Schlingen auftreten, die man in der That beobachtet hat.

Was nun ferner die Luftdruckverminderung im Innern der Cyclonen betrifft, so ist dieselbe einfach eine Folge der mechanischen Wirbelbewegung der Luft. Ebenso sind die von innen nach aussen wachsenden Gradienten lediglich die Folge und nicht die Ursache der Wirbelbewegung. Beides folgt nothwendig aus den Gesetzen der Mechanik. Die durch mechanische Wirkung hervorgerufene Verminderung des Luftdrucks im Innern der Cyclonen hat aber zur nothwendigen Folge ein Aufsteigen der Luft und Abfliessen in der Höhe."

Es würde zu weit führen, diese eben mitgetheilten Ansichten hier eingehend zu widerlegen, sie alle entbehren der tieferen Begründung und können mit den wirklichen Thatbeständen in keinen befriedigenden Einklang gebracht werden. —

Die Entstehung der Depressionen kann hauptsächlich auf zweifache Art geschehen: entweder entwickelt sich auf einem Gebiete mit ziemlich gleichförmiger Druckvertheilung, welches von zwei oder mehreren Gebieten hohen Luftdruckes begrenzt ist, und sich durch höhere Wärme und Wasserdampf (auch in den höheren Regionen) von der Nachbarschaft unterscheidet, so dass ein Aufsteigen und Abfliessen der Luft in der oben angegebenen Weise bedingt ist, eine barometrische Depression und durch die hinzutretenden Wirkungen der Erdrotation und der Centrifugalkraft ein Wirbel, eine Entstehungsart, die den tropischen Wirbelstürmen eigen ist, oder es bildet sich am Rande einer schon bestehenden Cyclone in dem Bereiche der cyclonalen Luftbewegung ein secundäres Minimum, welches zumeist gewöhnlich durch Ausbuchtung der Isobaren angedeutet ist, dann aber entweder rasch verschwindet, oder sich zur selbstständigen Cyclone auf Kosten des Hauptminimums entwickelt und dieses vollständig überwuchert, ein Vorgang, der in den ektropischen Gegenden der gewöhnlichere ist.

c) Form, Ausdehnung, Höhe und Axe der Cyclonen.

Die tropischen Cyclonen unterscheiden sich von denjenigen unserer Breiten, abgesehen von der Heftigkeit der Luftbewegung, haupt-

sächlich durch den geringeren Umfang und die mehr abgerundete, kreisförmige Form.

Die Form und Ausdehnung der Cyclonen ausserhalb der Wendekreise ist ausserordentlich verschieden. Am meisten vorherrschend ist die elliptische Form. Für die Vereinigten Staaten fand Loomis [181]) als Mittel aus einem 3jährigen Zeitraum das Verhältniss der längeren Axe zur kürzeren = 1,94; dasselbe war grösser als

1,5	in	59 %	aller Fälle
2	„	33 %	„ „
3	„	11 %	„ „
4	„	3 %	„ „

Ebenso fand er aus den Hoffmeyer'schen Karten für 1874/76 als durchschnittliches Verhältniss der Axen für den atlantischen Ocean 1,70; dasselbe war grösser als

1,5	in	54 %	aller Fälle
2	„	17 %	„ „
3	„	1 %	„ „

Mit diesem Resultate stimmt eine Untersuchung, welche ich nach dieser Richtung für Europa anstellte [182]). Ich benutzte hiezu 77 Fälle aus dem Zeitraum von 1876—1880 und fand als Verhältniss der grossen zur kleinen Axe in der kälteren Jahreszeit 1,75, in der wärmeren 1,82, also im Mittel 1,78.

Hiernach würde die Form der Cyclonen über dem atlantischen Ocean sich mehr dem Kreise nähern, in Amerika am meisten von demselben abweichen. Die elliptische Form ist hauptsächlich bedingt durch die Lage der barometrischen Maxima. Liegen zwei Maxima entgegengesetzt zu beiden Seiten einer Cyclone, so wird diese so zu sagen zusammengedrückt und nimmt eine ovale Form an. Ausserdem nimmt der Einfluss der Erdrotation mit der Breite zu, welches auf die Form der Depressionen nicht ohne Wirkung sein dürfte. Aus der ovalen Form der Cyclonen folgt noch nicht, wie Loomis meint, dass die Centrifugalkraft in unseren Breiten fast ganz zurücktreten muss.

Aus demselben Beobachtungsmaterial erhielt Loomis für die Richtung der grossen Axe folgende Werthe, wobei von Nord über Ost nach Süd gezählt wurde:

Für die Vereinigten Staaten:

Azimuth.	%	Azimuth.	%	Azimuth.	%	Azimuth.	%	Azimuth.	%	Azimuth.	%
0—10°	7	30—40	15	60—70	3	90—100	6	120—130	1	150—160	3
10—20°	8	40—50	10	70—80	7	100—110	4	130—140	3	160—170	3
20—30°	7	50—60	9	80—90	4	110—120	3	140—150	3	170—180	4

Für den atlantischen Ocean:

Azimuth.	%	Azimuth.	%	Azimuth.	%	Azimuth.	%	Azimuth.	%	Azimuth.	%
0—10°	8	30—40	8	60—70	5	90—100	3	120—130	4	150—160	2
10—20°	7	40—50	9	70—80	6	100—110	5	130—140	6	160—170	2
20—30°	7	50—60	8	80—90	6	110—120	2	140—150	4	170—180	8

Nach meinen Untersuchungen ergaben sich für Europa für die Richtung der grossen Axe folgende Häufigkeitszahlen:

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
Oktober bis März	9	3	11	5	10	1	6	3
April bis September	12	6	15	11	16	2	10	5
Ueberhaupt	21	9	26	16	26	3	16	8

Für die Vereinigten Staaten und Europa ergiebt sich hieraus eine entschieden vorwiegende Richtung der grossen Axe nach Nordost, für den atlantischen Ocean ist die Richtung grösseren Schwankungen unterworfen, jedoch ist die nördliche bis östliche Richtung die häufigste. Diese Thatsache kann nicht zufällig sein, sondern muss einen allgemeinen Grund haben, und dieser Grund dürfte in der ungleichen Entwickelung der Luftströmungen an den verschiedenen Seiten und der damit zusammenhängenden Fortpflanzungsrichtung der Depression, vielleicht auch theilweise in dem mit der geographischen Breite wachsenden Einflusse der Erdrotation zu suchen sein.

Ist das Depressionsgebiet umfangreich und von länglicher Form, so befinden sich in demselben nicht selten zwei Depressionscentren, von denen jedes ein eigenes Windsystem besitzt, wobei indessen beide durch eine neutrale Zone mit schwachen veränderlichen Winden geschieden sind. Gewöhnlich entwickelt sich eines von diesen beiden Depressionscentren auf Kosten des anderen, indem das letztere sich meistens rasch ausfüllt. Auch drei und noch mehrere Depressionscentren kommen in demselben Gebiete niedrigen Luftdruckes vor, gewöhnlich sind diese dann von unbedeutender Tiefe und von schwacher Luftbewegung umgeben, aber für die Witterungserscheinungen oft von sehr hervorragender Bedeutung.

Der Umfang der Cyclonen ist sehr verschieden. Piddington hält die Annahme für zulässig, dass hinsichtlich der Grösse eine vollständige Reihenfolge der Cyclonen existire [133]): „von der Wasserhose, welche ein Wirbelwind wird, wenn sie das Ufer erreicht, zum

Tornado von einigen 10 oder 100 Yards Durchmesser und bis zu den grossen Orcanen des atlantischen und indischen Oceans; und insofern ist dieses gewiss, als wir einerseits nicht sagen können, wie klein wahre Cyclonen sein mögen, da wir sie muthmasslich weniger als 100 Seemeilen und möglicherweise bis zu 50 Seemeilen herab in dem indischen Meer verfolgt haben. Wenn wir andererseits zu den kleineren tornadogleichen Cyclonen unter etwa 50 Seemeilen Durchmesser kommen, so haben wir bis jetzt keinen guten Beweis dafür, dass sie sich unveränderlich in demselben Sinne drehen wie die grösseren Stürme auf derselben Erdhälfte."

„Redfield[134]) schreibt den westatlantischen Orcanen einen Durchmesser von 50 bis 300 und mehr englischen Meilen zu; doch erreichen sie sogar eine Ausdehnung von 1000—1500 Seemeilen, besonders gegen die höheren Breiten hin. Bei allen genauer untersuchten Cyclonen hat man übrigens allmähliche Ausdehnungen und Zusammenziehungen constatirt. Besonders heftig scheinen die kleineren Wirbelstürme zu sein: so die Teifuns, diese fürchterlichen Cyclonen des chinesischen Meeres, denen Piddington einen Durchmesser von 60 oder 80 bis zu 180 oder 240 Seemeilen zuschreibt; und die kleineren Cyclonen der Bai von Bengalen, die er mit den Landtornados vergleicht, welche in tropischen Gegenden, zumal in Bengalen, buchstäblich alles auf ihrer Bahn zerstören, obgleich dieselben nur wenig 1000 Yards breit sind. Auch die atlantischen Orcane sind in Westindien, wo sie am kleinsten sind, ungleich heftiger als in höheren Breiten."

In unseren Breiten ist der Umfang der Cyclonen durchschnittlich viel bedeutender als in den Tropen, so zwar, dass der Durchmesser derselben mit der geographischen Breite wächst. Loomis bemerkt, dass der Durchmesser einer Depression mit einem Windsystem häufig 1600 englische Meilen beträgt, während derjenige mit mehreren Depressionscentren und mehreren Windsystemen oft 6000 englische Meilen erreicht, Depressionsgebiete, die oft eine Zone fast ganz um die Erde zwischen dem 40. und 50. Breitegrade bilden. Speciell in Europa beherrscht nicht selten eine einzige Cyclone mit einem einzigen Centrum die Luftbewegung des ganzen Erdtheils, und greift noch manchmal über denselben hinaus. Andererseits beschränken sich in unseren Breiten ausgeprägte Cyclonen mit heftiger Luftbewegung nur sehr selten auf kleine Distrikte, wie es z. B. bei Gewitterstürmen vorkommen mag.

Die Höhe der Cyclonen schätzt Redfield für den west-

atlantischen Ocean auf durchschnittlich eine englische Meile, indem die den Wirbelsturm und die lose fliegenden Wolken überdeckende Wolkenschicht sich in dieser Höhe ungefähr befinde, aber von dem Orcan nicht merklich berührt werde; daher hält er den Wirbel für eine flache Scheibe, deren Durchmesser die Höhe etwa 200mal übertreffe. Dagegen schätzt Piddington die höchste Höhe der Cyclonen auf 10 Seemeilen.

„Wir halten es für sehr wohl möglich," bemerkt Reye, „dass die an der Erdoberfläche hinsausenden Luftmassen, bevor sie in ihren spiralförmigen Bewegungen dem Centrum nahe genug gekommen sind, um aufzusteigen, manchmal nur eine Höhe von 2000^m oder noch weniger haben. Sie wirbeln um die Cyclonenaxe tief unterhalb der grossen Wolkenschicht, die sie ja erst durchbrechen und zugleich erneuern können, wenn sie sich genügend ausgedehnt haben, um unter Verdichtung ihres Wasserdampfes emporzusteigen. Jene Wolkenschicht gehört mit zum Wirbelsturm, aber sie braucht ja desshalb nicht die Bewegung des Sturmwindes unten zu theilen."

Eine Vergleichung der Winde am Mt. Washington mit denen an der Erdoberfläche führte Loomis [185]) zu dem Resultate:

1) dass in der Mehrzahl der Fälle, in welchen eine Depression, begleitet vom gewöhnlichen System circulirender Winde an der Erdoberfläche, über New England hinwegging, dieses System sich nicht über 6000 Fuss Höhe erstreckte;

2) dass bei ungewöhnlich grossen Barometerdepressionen das System kreisender Winde bis zu den grössten Höhen reichte.

So wenig auch diese Angaben genauen Aufschluss über den wirklichen Sachverhalt geben, so sind wir doch zu der Annahme berechtigt, dass bei unsern Wirbeln von nur mässigem Umfange der horizontale Durchmesser die Höhe um viele hundertmal übertrifft.

Die Form der Cyclonen, wie sie an der Erdoberfläche sich zeigt, muss mit zunehmender Höhe sich verändern, da die Luftdruckabnahme mit der Höhe in allen Theilen der Cyclonen nicht dasselbe Verhältniss haben kann. Insbesondere muss auf der Westseite unserer Cyclonen, wo die gewöhnlich kältere Luft aus nördlichen Gegenden zuströmt, der Luftdruck rascher nach oben abnehmen, als auf der Ostseite, welcher die in der Regel wärmere Luft zugeführt wird. Bezeichnen wir der Kürze wegen die Verbindungslinie des Centrums in der Höhe mit demjenigen an der Erdoberfläche mit dem Aus-

drucke Axe[136]) der Cyclone, so wird diese nach der kälteren, gewöhnlich der nördlichen, Seite hinfallen. Ob die Axe vorwärts oder rückwärts zur Bewegungsrichtung der Cyclone gerichtet ist, hängt lediglich von den Temperaturverhältnissen der gesammten Luftmassen auf der Vorder- und Rückseite der Cyclone ab, so dass dieselbe nach rückwärts gelagert ist, wenn die Temperatur auf der Vorderseite höher als auf der Rückseite ist, dagegen bei umgekehrter Temperaturvertheilung nach vorwärts. Das erstere ist für unsere Cyclonen am häufigsten im Sommer der Fall.

Indem ich für eine grosse Anzahl Cyclonen die Luftdruckvertheilung für die Höhe von 2500^{m} berechnete, erhielt ich das Ergebniss, dass oben das Centrum des Wirbels durchschnittlich nach der linken Seite der Bahn verschoben und die Form der Cyclone weniger ausgeprägt war, als an der Erdoberfläche[137]). Die nachstehenden Figuren (23 u. 24) veranschaulichen nach Köppen[138]) die Druckvertheilung und die Luftbewegung an der Erdoberfläche und in der Höhe, sowie das Zurückliegen des Wirbelcentrums in der Höhe.

Wie schon oben erwähnt, war Dove mit Redfield der Ansicht, dass der Sturmcylinder wegen des Reibungswiderstandes sich nach vorwärts (in der Richtung des Fortschreitens) vorneigen müsse, wesshalb das Barometer vor Ausbruch des Sturmes fallen, und diesen im Voraus anzeigen müsse; aus der Mischung der unteren warmen mit den oberen kalten Luftmassen bei der Rotation folgerte Dove die heftigen Niederschläge, welche die Cyclonen begleiten.

Aus den Bewegungen der Cirruswolken über der Cyclone zog Clement Ley[139]) den Schluss, dass die Lage der Axe für die britischen Inseln in der Höhe rückwärts geneigt sei, dagegen glaubt Hildebrandsson ebenfalls aus Cirrus-Beobachtungen die Lage der Axe nach vorwärts für Schweden als die gewöhnlich stattfindende bezeichnen zu dürfen. —

d) Luftbewegung in den Cyclonen.

Die Luftbewegung innerhalb der Cyclone an der Erdoberfläche ist hauptsächlich abhängig von der Luftdruckvertheilung in den unteren Schichten der Atmosphäre. Während der Luftdruck in den tropischen Stürmen anscheinend eine fast concentrische Anordnung um das Minimum zeigt, und dementsprechend die Winde in fast gleichmässiger Stärke und nahezu kreisförmig das Centrum umwehen,

ist derselbe in unseren Breiten in den allermeisten Fällen sehr ungleich um das Barometer-Minimum vertheilt und daher zeigen die Windverhältnisse in unseren Cyclonen so ausserordentliche Verschiedenheiten. Clement Ley [140]) bestimmte bei 500 Depressionen die Position der steilsten Gradienten (grössten Luftdruckdifferenzen) in Bezug auf die Depressionscentren, welche in dem Zeitraume vom 10. Februar 1869 bis 31. August 1873 über West- und Nord-Europa hinweggingen und kam zu folgendem Ergebnisse:

	N–NE	NE–E	E–SE	SE–S	S–SW	SW–W	W–NW	NW–N
Zahl	13	7	21	221	160	42	25	11

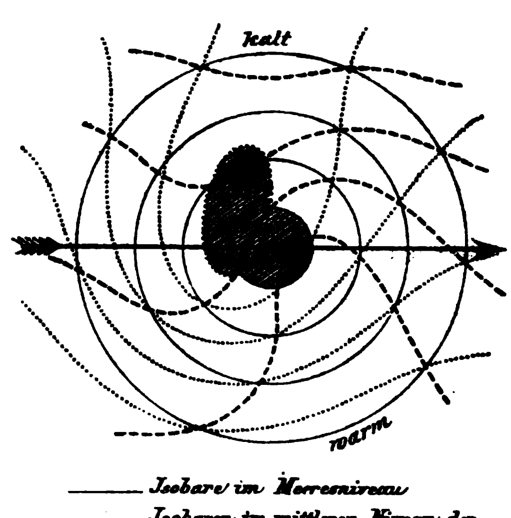


Fig. 28.

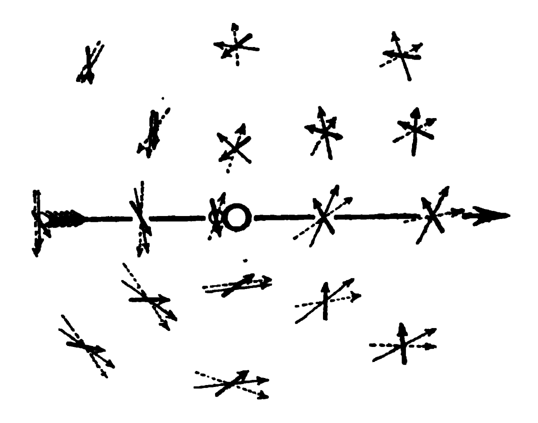
Hiernach entfallen mehr als 80 % der steilsten Gradienten auf die Südseite der Cyclonen für West- und Nord-Europa. Für die britischen Inseln allein kommen die steilsten Gradienten in dem südöstlichen und südsüdöstlichen Segmente noch häufiger vor als in der Tabelle, in Dänemark überwiegt die Zahl der Fälle in dem südlichen und südsüdwestlichen Segmente, in den Vereinigten Staaten und in Russland scheint nach anderen Untersuchungen der steilste Gradient häufiger auf der Westseite der Depression sich zu befinden, als in Europa.

Von den obigen 500 Fällen benutzte Clement Ley 250 zur Bestimmung der Häufigkeit des Vorkommens der geringsten Gra-

dienten in den verschiedenen Segmenten der Cyclonen und erhielt folgendes Resultat:

	N–NE	NE–E	E–SE	SE–S	S–SW	SW–W	W–NW	NW–N
Zahl	106	12	13	3	8	2	7	99

Hiernach gehen die Isobaren am weitesten auseinander im Nordwest- bis Nordost-Segment, am dichtgedrängtesten sind sie im Südost- bis Südwest-Segment, so dass das Maximum dieser Contraste nach Nordnordost und Südsüdost fällt. Hieraus folgt unmittelbar, dass die Winde mit westlicher Componente in der Regel die stärksten, diejenigen mit östlicher Componente durchschnittlich die schwächsten sind, was auch mit den Beobachtungen im vollständigen Einklange steht.



Richtung des Unterwindes
" des Zuges der unteren Wolken
" des Zuges der Cirri
Windstille in der betr. Schicht.

Fig. 24.

Für die Kenntniss unserer Cyclonen, auch im Interesse der ausübenden Witterungskunde, insbesondere der Localprognose, ist es nicht unwichtig, die Luftbewegung an der Erdoberfläche und in der Höhe und das Verhältniss derselben näher zu betrachten, indem wir so einige Anhaltspunkte für die Fortpflanzung der Depressionen gewinnen können.

Für den östlichen Theil der Vereinigten Staaten fand Loomis [141]) für die Abweichung der Windrichtung von der Tangente an die Isobaren (nach dem Innern der Cyclone):

Richtung der Tangente	N	E	S	W	Mittel
Winkel des Windes mit Tangente	59°	47½	32	49½	47°.

Indem Clement Ley [142]) die nahezu kreisförmigen Depressionen in Betracht zog und alle Depressionen der kälteren Jahreszeit ausschloss, deren Radius kleiner als 90 Seemeilen war (indem sehr locale, selbst tiefe Depressionen, ihren Wirkungskreis nur auf die unteren Luftschichten beschränken), und die Depressions-Area in äussere (a_1 b_1 etc.) und innere (a_2 b_2 etc.) Segmente schied, erhielt er folgende Beziehung zwischen der Richtung des Unterwindes zu derjenigen des Radius (der Winkel ist 0, wenn die Windrichtung direkt nach dem Centrum, 180 wenn sie direkt aus dem Centrum geht, der grosse Pfeil in der Figur giebt die Fortpflanzungsrichtung der Depression):

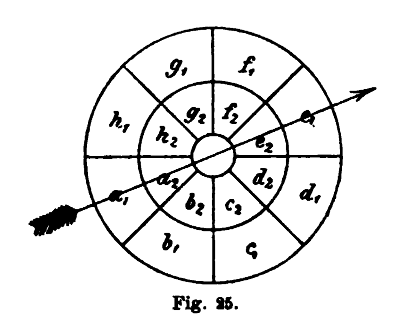


Fig. 25.

A. Aeussere Segmente:

	a_1	b_1	c_1	d_1	e_1	f_1	g_1	h_1	Summe und Mittel
Zahl der Fälle	279	378	803	675	511	407	198	196	3445
Mittlerer Winkel	79°	76	66	54	48	52	62	80°	64,6.

B. Innere Segmente:

	a_2	b_2	c_2	d_2	e_2	f_2	g_2	h_2	
Zahl der Fälle	250	402	629	454	426	391	195	204	2951
Mittlerer Winkel	77°	74	64	55	58	53	65	81°	65,9

Hieraus geht hervor, dass die mittlere Richtung des Unterwindes auf der Rückseite der Cyclone nahezu senkrecht zum Radius steht (oder der Wind parallel den Isobaren weht), dagegen auf der Vorderseite die Luft ein grösseres Einströmen zeigt, ein Resultat, welches mit dem von Loomis für die Vereinigten Staaten erhaltenen in direktem Widerspruche steht.

Früher hatte Ley gefunden [143]), dass der Winkel, welchen die Windrichtungen an der Erdoberfläche mit den Isobaren einschliessen, im Mittel 21° betrug und dass derselbe an den Inlandstationen (wegen der Reibung) grösser sei, als an frei situirten Küstenpunkten*).

*) Eine Thatsache, worauf schon Ferrel früher aufmerksam gemacht hatte. Ferrel und später Guldberg und Mohn wiesen theoretisch nach, dass die

Zu Brest, Scilly, Yarmouth, Pembroke und Holyhead betrug dieser Winkel nur 13°, zu London, Nottingham, Oxford, Brüssel und Paris dagegen durchschnittlich 29°. Als Mittelwerthe fand er: Südwest 20°, Südost 35°, Nordost 18°, Nordwest 9°.

J. A. Broun[144]) verglich mit dem jährlichen mittleren Verlauf der Isobaren für Greenwich, Dublin und Makerstoun in den Jahren 1842 bis 1849 die beobachteten mittleren Windrichtungen. Hieraus ergab sich, dass der Wind unter einem Winkel von 20° einwärts zur Isobare geneigt ist.

Nach einer von der von Clement Ley angewandten etwas abweichenden Methode fand Hoffmeyer [145]) für Dänemark folgende Beziehungen:

Richtung der Tangente	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Mittel
Winkel der Windricht. mit der Tangente	$12\frac{1}{2}°$	$15\frac{1}{2}$	$22\frac{1}{2}$	29	$29\frac{1}{2}$	$24\frac{1}{2}$	$18\frac{1}{2}$	$14\frac{1}{2}$	21°

Dieses Resultat stimmt mit demjenigen von Clement Ley überein, nur dass die Südostwinde nur einen doppelt so grossen Winkel mit der Tangente bilden, als die Nordwestwinde.

Hoffmeyer macht darauf aufmerksam, dass der Unterschied der Abweichungen der südöstlichen und nordwestlichen Winde darin zu suchen sei, dass jene längere Zeit über dem Lande und diese längere Zeit über dem Meere verweilen. Dieser Behauptung dient das vorhin erwähnte, von Loomis für den östlichen Theil Nordamerikas erhaltene Resultat zur Stütze, indem hier die Nord- und Nordwestwinde Landwinde, dagegen die Süd- und Südostwinde Seewinde sind. Diese Ansicht Hoffmeyer's fand Spindler auch für die Gebiete hohen Luftdruckes bestätigt, so dass er zu dem allgemeinen Schlusse kam: „Continentalwinde folgen mehr der Richtung der Gradienten als der Richtung der Isobaren".

Anlehnend an die Untersuchungen von Loomis, Ley und Sprung untersuchte Spindler[146]) die Abhängigkeit der Stärke des Windes von der Grösse und Richtung des Gradienten an den Küsten der Ostsee (für Libau). Indem er die Windstärken nach 3 Gruppen unterschied, nämlich unter 10^m, $11-17^m$ und 18^m und darüber Geschwindigkeit (Meter pro Sekunde), erhielt er für jede Gruppe (es bedeuten $g =$ Gradient, Millimeter pro Meridiangrad, $\alpha =$ Winkel zwischen Gradient und Windrichtung, $v =$ Windgeschwindigkeit, Meter pro Sekunde):

Grösse des Ablenkungswinkels von der geographischen Breite und der Reibung der Luft an der Erdoberfläche derart abhängt, dass bei geringerer Breite und grösserer Reibung dieser Winkel abnimmt.

a) für Winde bis zu 10^m Geschwindigkeit:

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Zahl der Fälle	24	15	21	43	35	54	33	18
g	1,4	1,7	1,6	1,5	1,6	1,5	1,6	$1,5^{mm}$
v	6,8	7,6	6,4	7,5	7,5	6,9	7,3	$7,3^m$
v : g	5,0	4,4	4,1	4,9	4,7	4,5	4,5	4,9
α	82	74	48	35	56	65	72	81°

b) für Winde von $11-17^m$ Geschwindigkeit:

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Zahl der Fälle	25	75	5	13	15	47	25	9
g	1,5	2,1	2,1	2,1	2,0	2,0	1,9	$1,8^{mm}$
v	13,2	14,0	13,4	13,0	13,4	13,6	13,1	$12,3^m$
v : g	8,7	6,6	6,3	6,1	6,6	6,7	6,8	6,8
α	78	78	63	36	50	63	75	87°

c) für Winde über 18^m Geschwindigkeit:

	NE	SW	SW	NW
g	2,7	2,8	2,6	$2,4^{mm}$
v	22,4	20,7	21,2	$21,9^m$

	NE	SE	SW	NW
v : g	8,4	7,5	8,2	9,1
α	70	53	69	78°

Mittelwerthe:

	g	v	v : g	α
a	$1,54^{mm}$	7,2°	4,6	61°
b	$1,99^{mm}$	13,3°	6,7	64°
c	$2,56^{mm}$	21,4°	8,3	70°

Allgemeines Mittel:

$v : g = 6,8$

$\alpha = 65°$

Der Ablenkungswinkel hat hiernach den grössten Werth für die Nordwestwinde, den kleinsten für die Südostwinde. Dabei wird mit Zunahme der Windgeschwindigkeit der Ablenkungswinkel grösser.

Um das Verhalten der Cyclonen und Anticyclonen zu studiren, unterschied Hildebrandsson [147]) für diese je 5 Zonen nach untenstehendem Schema: C_1 = Barometer unter 745^{mm}, $C_2 = 745-755$, $C_3 = 755-760$, $A_1 = 760-765$, A_2 = über 765^{mm}. Je nach den 8 Richtungen der Gradienten wurde jede Zone in 8 Regionen getheilt, so dass also, wenn wir noch den inneren Raum des Minimums (C_0) und des Maximums (A_0), sowie die Zone zwischen dem Maximum und Minimum (M) hinzurechnen, im Ganzen 43 Regionen entstehen.

Das Material der Untersuchung bildeten die Hoffmeyer'schen Karten vom September 1873 bis September 1876, Manuscriptkarten des Dänischen Institutes von 1868 und der ersten Hälfte 1869 und die Karten des Schwedischen Institutes von 1877. Für den Winkel α zwischen Windrichtung und Gradienten ergaben sich folgende Werthe für Upsala:

	C_1	C_2	C_3	A_1	A_2
Kältere Jahreszeit	43° 12′	47° 13′	46° 30′	47° 18′	38° 28′
Wärmere „	46° 10′	56° 8′	59° 36′	54° 50′	58° 34′
Jahr	44° 41′	51° 55′	53° 3′	51° 4′	48° 31′

Obgleich diese Mittelwerthe sich auf eine nur verhältnissmässig kurze Zeit beziehen, so geht daraus doch bestimmt hervor, dass der Winkel α in der wärmeren Jahreszeit grösser ist, als in der kälteren, entsprechend dem grösseren vertikalen Luftaustausche im Sommer.

Für die 3 frei gelegenen Stationen Wäderöbod im Kattegat, Utklippan südlich von Carlskrona und Sandön im nördlichen Gothland, fand Hildebrandsson folgende Mittelwerthe:

C_1	C_2	C_3	A_1	A_2
70° 71′	69° 11′	69° 19′	66° 38′	68° 47′

In den Regionen C_1, C_2, C_3 ist α grösser als in A_1 und A_2, jedoch ist eine entschiedene Aenderung mit der Entfernung vom Centrum nicht zu erkennen.

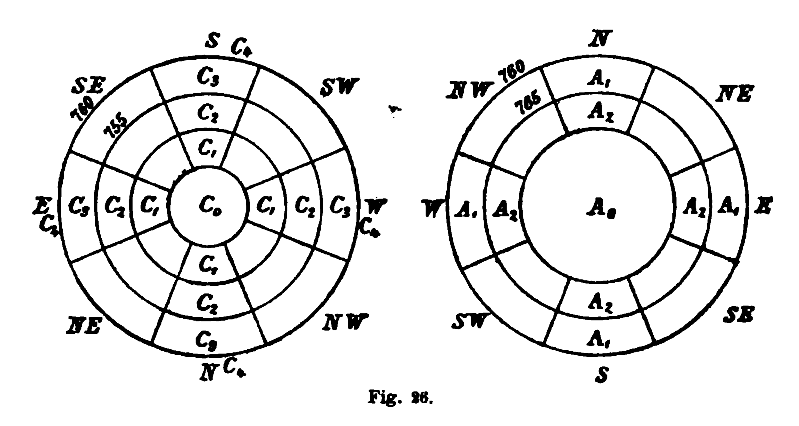


Fig. 26.

Für die oben genannten Stationen ergaben sich für die verschiedenen Richtungen der Gradienten folgende Werthe:

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
64° 26′	66° 33′	77° 9′	73° 45′	66° 14′	61° 20′	61° 11′	70° 54′

Uebereinstimmend mit Clement Ley für England, Hoffmeyer für Dänemark und Spindler für Libau, ergiebt sich aus diesen Zahlen der kleinste Werth für α auf der Vorderseite der Depression, der grösste auf der Rückseite. Obgleich die von Hildebrandsson herangezogenen Stationen zu dem Festlande eine sehr verschiedene Lage zeigen, so ist ihr Verhalten bezüglich des Winkels α auf Vorder- und Rückseite doch fast vollkommen gleich, woraus Hildebrandsson den Schluss zieht, dass noch andere Ursachen hier mitwirken müssten. Hildebrandsson schliesst sich der Ansicht von Clement Ley und Köppen an, wonach die Verhältnisse in Europa die normalen sind, weil die Winde auf der Vorderseite eines Wirbels die entstehenden, beschleunigten, die auf der

Rückseite die erlöschenden, verzögerten, sind, woraus dann nothwendig folgt, dass der Winkel α (an der Oberfläche der Erde) auf der Vorderseite kleiner sein muss, als auf der Rückseite.

Nach der Methode von Hildebrandsson erhielt Krankenhagen[148]) für Swinemünde und den Zeitraum vom 16. Februar 1876 bis zum 31. Dezember 1883 folgende Mittelwerthe für den Winkel α:

Gradient	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Mittel	Fälle
Cyclone	73	64	75	80	64	66	63	68	68	1154
Anticyclone	73	68	73	74	68	64	48	48	63	836

Sommer: Cyclone	= 69	Winter: Cyclone	= 67
„ Anticyclone	= 65	„ Anticyclone	= 62

Auch diese Zahlen stehen mit den vorhergehenden im Einklang.

Die Windgeschwindigkeit in den Cyclonen ist, wie bereits erwähnt, abhängig von der gegenseitigen Entfernung der Isobaren, so dass sich aus dieser auf jene schliessen lässt.

Für die Vereinigten Staaten fand Loomis[149]) aus einer beträchtlichen Reihe von Beobachtungen folgende mittlere Beziehungen in der Nähe des Sturmcentrums:

Windgeschwindigkeit in Miles per Stunde:	10	15	20	25	30	35
Gradient engl. Zolle auf 100 Miles 0,.	086	.096	.105	.105	.124	.152

„Die beobachteten Gradienten," bemerkt zu diesen Zahlen Ferrel, „wachsen in wenig regelmässiger Weise mit der Windgeschwindigkeit, weil die von abnormen Störungen und anderen Ursachen sich ergebenden Abweichungen nicht vollständig eliminirt sind".

Für die Stationen Greenwich, Dublin und Makerstoun ergiebt sich nach Broun[150]) für den Zeitraum von 1843—1846 (Winddruck engl. Pfund auf 1 engl. Quadratfuss und Gradient engl. Zoll für 100 Miles):

		Dec.	Jan.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Jahr
Winddruck	0,..	.26	.62	.19	.25	.22	.13	.23	.24	.17	.07	.33	.31	.23
Gradient	0,...	.040	.074	.035	.035	.028	.016	.036	.046	.010	.017	.057	.054	.036

Clement Ley[151]) kam durch Untersuchung 5jähriger Beobachtungen zu dem Resultate, dass die mittlere Geschwindigkeit, die einem bestimmten mittleren Gradienten entspricht, im Sommer merklich höher ist, als im Winter (Gradient in Tausendtheilen eines engl. Zolles auf 15 Seemeilen, entsprechend ebenso vielen Millimetern auf 60 Seemeilen oder einen Grad; Windgeschwindigkeit Miles pro Stunde):

	Gradient		6	9	12	15	18	21	24	27	30
Stonyhorst	Windgeschwindigkeit:	Winter	3,2	4,6	6,0	10,8	12,0	13,1	25,9	21,3	24,1
	„ „	Sommer	5,7	7,3	11,1	14,8	16,3	18,9	21,0	—	—
Kew	„ „	Winter	3,9	5,2	7,6	11,2	13,9	15,2	18,0	21,9	25,4
	„ „	Sommer	6,4	8,7	11,2	14,2	16,7	18,1	21,0	—	—

Später untersuchte Ley auf Grund dreijähriger Beobachtungen (1874—1876) die Stärke der nördlichen bis östlichen Winde, gegen-

über den südlichen und westlichen bei gleichen Gradienten für 5 englische Stationen und erhielt folgendes Resultat[152]):

Gradient wie oben				6	9	12	15	18
Stonyhorst	Winde SSE—NW	Windgeschwind.	Miles pro Stunde	4,31	3,90	7,79	11,99	13,08
„	„ NNW—SE	„	„ „ „	5,53	6,82	9,68	13,97	15,29
Kew	„ SSE—NW	„	„ „ „	4,14	8,41	8,37	11,21	13,56
„	„ NNW—SE	„	„ „ „	6,88	8,63	10,93	14,27	16,93

Gradient				1—5	5—10	10—15	15—20	20—25
Nottingham	Aequatorial-Wind	geschätzte	Windstärke	0,43	1,88	2,99	3,64	4,41
„	Polar- „	„	„	1,06	2,26	4,06	4,61	5,85
London	Aequatorial „	„	„	0,91	1,45	2,24	3,01	3,64
„	Polar- „	„	„	1,31	2,00	2,93	4,18	4,85
Scilly	Aequatorial- „	„	„	2,42	4,24	5,45	6,40	—
	Polar- „	„	„	2,49	4,86	5,68	6,49	—

An allen Stationen tritt die grössere Intensität der nördlichen und östlichen Winde ganz entschieden hervor. Diese Beziehung hatte Sprung[153]) für die deutschen Küstenstationen folgendermaassen gefunden (1877—1878):

Gradient	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0
N über E nach SE Windgeschw. M. p. Sec.	3,3	4,4	5,5	6,3	7,0	7,7	8,6	9,3	—	—	—
N „ W „ NW „ „ „ „	2,7	3,8	4,8	5,7	6,4	7,1	8,0	9,8	9,2	9,6	10,0

Dass denselben Gradienten im Winter eine kleinere Windgeschwindigkeit entspricht als in den übrigen Jahreszeiten, geht aus der folgenden Tabelle von Sprung hervor:

Gradient	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4
Frühling Windgeschw. M. p. Sec.	3,5	4,5	5,4	6,2	6,9	7,6	8,2	8,8	9,3	9,9	—	—	—
Sommer „ „ „ „	3,4	4,5	5,4	6,3	7,1	7,8	8,5	9,1	—	—	—	—	—
Herbst „ „ „ „	2,9	3,9	4,9	5,8	6,7	7,9	8,8	9,4	9,8	10,3	10,8	—	—
Winter „ „ „ „	2,6	3,5	4,7	5,7	6,2	6,8	7,5	8,1	8,8	9,3	9,8	10,2	10,4

Die Windgeschwindigkeit findet Sprung nicht einfach dem Gradienten proportional, sondern entsprechend der Funktion (g = Gradient):

$$w = -2{,}70 + 6{,}37\, g - 0{,}63\, g^2.$$

Für Wäderöbod und Sandön erhielt Hildebrandsson folgende mittlere Windstärken (Skala Beaufort, vgl. Figur S. 26):

	C_1	C_2	C_3	A_1	A_2	Mittel
N	7,2	5,7	5,4	5,1	4,5	5,6
NE	5,5	5,6	5,5	4,2	4,2	5,0
E	6,2	5,9	5,0	4,4	4,5	5,2
SE	6,5	6,0	5,0	5,1	4,4	5,4
S	5,8	5,1	4,2	5,3	5,4	5,2
SW	5,2	4,2	3,6	3,7	3,7	4,1
W	5,2	4,0	3,6	3,5	2,5	3,8
NW	7,1	6,0	5,0	4,5	4,2	5,4
Mittel	6,1	5,3	4,7	4,5	4,4	—

$C_0 = 2{,}6$ $M = 2{,}6$ $A_0 = 2{,}4$

Hiernach ist die Windstärke am kleinsten im centralen Raum des Minimums und Maximums und zwischen zwei Minima. Vom Innern

des Maximums wächst die Windstärke beständig nach dem Minimum hin und erhält ihren grössten Werth in der Nähe des windstillen Centrums. Die Winde sind am stärksten, wenn der Gradient nach Nord, am schwächsten, wenn derselbe nach West oder Südwest gerichtet ist.

Durchweg kleiner sind die Zahlen, welche Krankenhagen für Swineminde erhielt:

	Sommer					Winter					
	C_1	C_2	C_3	A_1	A_2	C_1	C_2	C_3	C_4	A_1	A_2
N	4,0	3,5	3,1	2,2	2,1	5,7	4,1	4,5	3,2	2,9	2,4
NE	3,7	3,1	3,4	2,5	2,1	--	3,8	3,9	3,6	3,2	2,7
W	3,7	2,7	—	2,6	2,2	—	3,6	3,1	—	2,6	2,2
NW	4,2	3,1	2,6	1,5	—	4,5	4,1	3,3	3,2	2,3	1,9
Mittel der 8 Gradienten	3,8	3,2	3,3	2,5	2,4	5,1	4,1	3,6	3,4	2,8	2,4

Um einen Ueberblick über die Gesammtluftbewegung in einer Cyclone uns zu verschaffen, wie es für unsere Zwecke von grosser Wichtigkeit ist, wollen wir im Anschluss an die vorigen Darlegungen die Strömungsverhältnisse der oberen Luftschichten, welche aus dem Zuge der Cirrus-Wolken erkennbar ist, näher betrachten.

Aus den Beobachtungen von Makerstoun erhielt Broun (vergl. oben Seite 232) als resultirende Richtung der Cirri verglichen mit der Richtung des Unterwindes (+ bedeutet Abweichung des Cirruszuges nach rechts):

Dec.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Jahr.
+ 59	+ 38	+ 36	+ 57	− 32	− 94	+ 30	+ 39	+ 20	+ 30	+ 39	+ 25	+ 34°

Hiernach liegt die Richtung der Cirruswolken stets rechts von der Richtung des Unterwindes, ausser im April und Mai, wo nach Broun Ost- und Nordostwinde vorherrschen. Leitet man die mittlere Windrichtung für die Zeit ab, worauf sich die Wolkenbeobachtungen beziehen (6^h a. m.—6^h p. m.), so wird die obige Differenz im Jahresmittel + 29°, eine Differenz, welche um 5° grösser ist, als die für Brüssel von Quetelet gefundene (1842—46). Bei Weglassung des sehr abweichenden Jahres 1842 ergiebt sich als Differenz 27°, also ist das Mittel etwa 28°.

Die gleichzeitigen Beobachtungen von Windrichtung und Wolkenzug zu Makerstoun (1843—46) ergeben:

	Zahl der Beobachtungen	Procente derselben			Mittl. Diff.
		+	−	0	
1) Cirrus-Wind	359	77	18	5	+ 29,6°
2) Cirro-stratus-Wind	754	79	18	3	+ 22,8
3) Cumulus „	1434	79	17	4	+ 14,5
4) Cirro-cumulus „	339	67	25	8	+ 13,7
5) Cirro-stratus-Cumulus-Wind	683	57	30	13	+ 6,9

Der mittlere Cirruszug stimmt hiernach ganz gut mit dem oben gefundenen überein. Aus 1) bis 3) ergiebt sich als Mittel

+ 19,1 mit Berücksichtigung der Zahl der Beobachtungen, und + 22,3, wenn allen dasselbe Gewicht beigelegt wird. Das Maximum der Geschwindigkeit liegt nach Broun nicht über 5000 Fuss, von dort aus nimmt die Geschwindigkeit sowohl aufwärts als abwärts ab, so dass die Bewegung etwas über der mittleren Cirrushöhe sich verlangsamt, und an der Erdoberfläche noch 1/3 des Maximums beträgt.

Als mittlere Differenz glaubt Broun nahezu + 20° annehmen zu dürfen, und da, wie oben bemerkt, die Ablenkung des Windes von der Richtung der Isobaren ebenfalls 20° betrug, so ergiebt sich der Satz:

„Die mittlere Richtung der Isobaren und die mittlere Richtung der bewegten Luftmassen sind nahezu dieselben."

Bedeutend grösser sind die Richtungsunterschiede, zu welchen Cl. Ley durch seine Untersuchungen über die oberen Luftströmungen gelangte (wegen der angewandten Bezeichnungen siehe Seite 228). Die Differenz der Winkel bedeutet den Unterschied in der Richtung der oberen und unteren Strömung:

Aeussere Segmente:

	a_1	b_1	c_1	d_1	e_1	f_1	g_1	h_1	Summe und Mittel
Zahl der Fälle	81	109	328	290	226	173	51	43	1391
Mittlerer Winkel	96	101	124	146	152	163	− 5	99	109,5°
Differenz der Winkel	+ 17	+ 25	+ 58	+ 92	+ 104	+ 111	− 67	+ 19	+ 44,9°

Innere Segmente:

	a_2	b_2	c_2	d_2	e_2	f_2	g_2	h_2	
Zahl der Fälle	83	142	135	141	94	104	58	46	803
Mittlerer Winkel	90	51	73	102	135	130	172	106	107,4°
Differenz der Winkel	+ 13	− 23	+ 9	+ 47	+ 77	+ 77	+ 107	+ 25	+ 41,3°

Hiernach ist der mittlere Winkel der oberen Strömungsrichtung mit den Isobaren nach aussen hin nahezu gleich mit demjenigen, den die Richtung des Unterwindes mit den Isobaren nach innen hin bildet.

Auf der Rückseite der Depression fallen Oberwind und Unterwind der Richtung nach nahezu zusammen.

Auf der Vorderseite der Cyclone dagegen findet an der Erdoberfläche das grösste Zuströmen der Luft statt, aber in der Höhe das grösste Wegströmen vom Centrum. Daher ist die Strömung auf der Rückseite die überwiegende, die auf der Vorderseite hat die geringere Tiefe. „Die Majorität unserer Depressionen zieht gegen einen Punkt nach Nord und Ost, und so weit ich im Stande bin, zu berechnen, ist die mittlere Höhe der Südostwinde nicht halb so gross, wie die der Nordwestwinde, selbst vorausgesetzt, dass diese

sich nicht über die Cirrusregion hinaus erstrecken. . . . Der Contrast zwischen den oberen Strömungen zur Rechten und denen zur Linken der Trajectorie ist ebenso bemerkenswerth, wie bei den anderen Strömungen zwischen der Rückseite und der Front der Depression und ist sehr constant und wachsend in seinem allgemeinen Charakter.

Die oberen Strömungen in dem Segmente g_1 sind variabler als in irgend einem anderen. Ich habe mir alle Mühe gegeben, die Aenderungen in den oberen Strömungen zu bestimmen, welche beobachtet wurden, wenn der Beobachter sich auf der linken Seite einer Depression befindet. In diesem Segment gehen die oberen Strömungen, welche kurz vorher mit der Bahnrichtung der Depression zusammenfielen, regelmässig in die entgegengesetzte Richtung über, nachdem sie kurz zuvor sehr langsam geworden sind. In dem Intervall sind die Cirruswolken, wenn sichtbar, was selten der Fall, zuweilen stationär, zuweilen bewegen sie sich vom Centrum weg, zuweilen gegen das Centrum hin; diese 3 Fälle sind nahezu gleich häufig, doch scheinen Calmen und Bewegungen gegen das Centrum vorwiegend zu sein. Eine beträchtliche Majorität unserer Depressionen hat ein Barometermaximum zur Rechten ihres Weges und diese kann überhaupt betrachtet werden als Begleiter von grösseren Depressionen zu ihrer Linken; dieses mag den Contrast erklären zwischen den oberen Strömungen auf der rechten und linken Seite.

Was das Centrum betrifft, so sind die oberen Ströme, wenn sie zur Beobachtung gelangen, ganz oder doch nahezu übereinstimmend mit der Richtung des Unterwindes, welcher eben geherrscht hat. So beobachtet man bei einer Depression, die nach Nord geht, die obere Strömung über dem Frontsegment zuerst aus Südwest; sowie das Centrum herannaht, geht sie nach Süd zurück und nach Südost und Ost, wenn das Centrum vorübergeht. Wenn die Depression nach Ost wandert, geht die obere Strömung nach Südwest zurück und dann erst nach Süd, wenn das Centrum passirt.

Wenn wir annehmen, dass die Schicht der Cirrusregion nicht sehr in der Höhe variirt, und das Gesetz, nach welchem die Luftströmungen und die Luftdruckvertheilung zusammenhängen, nicht ein wesentlich anderes ist, als an der Erdoberfläche, so kann man die Luftdruckvertheilung in jener Region sich annähernd construiren. Die Isobaren der Cirrusregion scheinen anzudeuten, dass die Axe der cyclonischen Circulation geneigt ist, so dass die centrale Calme an der Erdoberfläche früher an einem Orte eintritt, als in den

höheren Regionen über diesem Orte (vgl. oben Seite 224). Die Isobaren der oberen Strömungen scheinen anzudeuten, dass über der Front eines cyclonischen Systems, über dem Segment also, wo gewöhnlich die grösste Wasserdampfcondensation stattfindet, ein Rücken, oder ein Wellenberg höheren Luftdruckes in der Cirrusregion existirt. . . . Die Zahl der Fälle stationärer Depressionen über den Districten, von denen die meisten und besten Cirrusbeobachtungen erhalten werden konnten, ist sehr gering, und ich kann blos die Meinung ausdrücken, dass die oberen Strömungen in diesen Depressionen mit den von Hildebrandsson aufgestellten Sätzen sehr nahe übereinstimmen. Wenn diese Ansichten richtig sind, so streben die unteren Strömungen in logarithmischen Spiralen gegen die Centren solcher Depressionen, und die oberen Strömungen in eben solchen Curven vom Centrum weg und die Bewegung ist auf allen Seiten der Strömung gleichförmig"[154]).

Umfassende Beobachtungen und Untersuchungen über obere Luftströmungen in Beziehung auf Cyclonen und Anticyclonen wurden von Hildebrandsson[155]) angestellt. Für den Zeitraum 1873—76 (8^h a. m. + 5^h p. m.) für Upsala erhielt er folgende Abweichungen des Zuges der unteren Wolken von der Richtung des Unterwindes (in Strich = $11\frac{1}{4}{}^0$).

Barometer in mm.	Anzahl der Beobacht.	Entgegen.	Abweichung nach links					Parallel	Abweichung nach rechts				
			10 Str.	8 Str.	6 Str.	4 Str.	2 Str.		2 Str.	4 Str.	6 Str.	8 Str.	10 Str.
745 u. darunter	93	0	0	2	0	0	6	19	38	21	4	0	1
745—755	316	9	2	1	3	5	22	62	103	64	31	11	3
755—760	226	11	1	2	1	4	14	39	74	42	25	6	7
760—765	200	18	1	5	1	9	18	28	52	37	18	5	8
765 u. darüber	101	7	0	0	1	6	6	21	29	16	9	5	1
Summe	936	47	4	10	6	24	66	169	296	180	87	27	20

Aus der Tabelle ist ersichtlich, dass die unteren Wolken in weitaus den meisten Fällen vom Unterwinde rechts abweichen. Später fügte Hildebrandsson für Upsala noch die Beobachtungen von 1878—81 hinzu und berechnete sie nach der oben Seite 230 angegebenen Methode. Das Resultat war mit dem obigen übereinstimmend:

	C_1	C_2	C_3	A_1	A_2
N	W 10° 10′ S	W 3° 38′ S	W 2° 51′ S	W 5° 55′ S	W 20° 31′ S
NE	W 40° 4 N	N 41° 12 W	W 40° 26′ W	W 44° 38 N	N 20° 31 W
E	N 3° 42′ W	N 6° 24 W	N 3° 0 E	N 9° 25 E	N 0° 47 E
SE	N 26° 19 E	N 25° 33 E	N 33° 8 E	N 33° 42 E	N 29° 56 E
S	E 9° 22 E	E 27° 42 N	E 29° 20 N	E 31° 28 N	E 7° 32 N
SW	E 31° 21 S	E 33° 9 S	S 37° 35 E	E 12° 41 S	E 26° 44 S
W	S 11° 3 W	S 12° 25 W	S 13° 11 W	S 12° 27 W	S 0° 30 W
NW	W 33° 46 S	W 40° 46 S	W 33° 20 S	W 26° 53 S	W 36° 37 S

Die Richtung der unteren Wolken ist fast senkrecht zum Gradienten. Bei einem nach West gerichteten Gradienten ist der Winkel grösser als 90°, oder die Luft bewegt sich hinauswärts nach dem höheren Luftdrucke hin, so dass der Wirbel auf der Vorderseite eine geringere Höhe hat, als auf der Rückseite.

Der Vollständigkeit wegen lassen wir noch die Resultate vierjähriger Beobachtungen (Juni 1873 bis Juni 1877, 8^h a. m. + 4^h p. m.), von Renou in Parc de Saint Maur bei Paris angestellt, und die von Jekaterinenburg (1860—72, 1^h p. m.) folgen:

Barometer in mm	Parc de St. Maur.												
	Anzahl der Beobacht.	Entgegen.	Abweichung nach links					Parallel	Abweichung nach rechts				
			10 Str.	8 Str.	6 Str.	4 Str.	2 Str.		2 Str.	4 Str.	6 Str.	8 Str.	10 Str.
740 u. darunter	33	0	0	0	0	0	0	13	10	9	1	0	0
640—745	36	0	0	0	0	0	0	15	10	6	2	1	0
745—755	278	5	0	2	2	10	15	110	62	28	7	5	2
755—760	349	8	3	3	4	13	25	149	87	28	12	11	6
760 u. darüber	327	8	1	3	4	16	27	134	76	36	15	4	3
Summe	1023	21	4	8	10	39	67	423	275	107	37	21	11
Jekaterinenburg.	—	27	—	6	—	49	—	408	—	205	—	32	—

Hildebrandsson berechnete die Beobachtungen der Cirruswolken von 8 schwedischen Stationen für den Zeitraum 1874—81. Wir geben die Resultate für das ganze Jahr hier wieder.

	C_1	C_2	C_3	A_1	A_2
N	W 13° 52′ N	W 18° 36′ N	W 31° 40′ N	W 36° 7′ N	N 30° 16′ W
NE	W 42° 19 N	N 44° 29 W	N 31° 20 W	N 26° 5 W	N 3° 51 W
E	N 33° 27 W	N 5° 4 W	N 9° 6 E	N 7° 0 E	N 41° 8 E
SE	N 4° 33 W	E 25° 58 N	E 7° 7 N	E 1° 55 N	E 0° 21 E
S	E 15° 56 S	S 38° 8 E	S 13° 36 E	S 17° 30 E	S 25° 58 E
SW	S 8° 4 E	S 6° 37 E	S 31° 58 W	S 43° 34 W	S 27° 28 W
W	W 42° 0 S	W 43° 33 S	W 36° 49 S	W 38° 46 S	W 10° 38 S
NW	W 14° 35 S	W 10° 10 S	W 7° 34 S	W 3° 24 N	W 33° 34 N

Die oberen Luftströmungen sind hiernach über der Cyclone nach auswärts zu den Regionen des hohen Luftdrucks gerichtet, am schwächsten im innern Theil, dann aber wachsend nach dem hohen Drucke hin.

Diese Bewegung ist erheblich stärker für den nach Westsüdwest oder Süd gerichteten Gradienten, als für den entgegengesetzten.

Ueber dem Gebiete zwischen einem Maximum und Minimum ziehen die Cirruswolken nach Hildebrandsson für Upsala in der Regel aus Nord oder West, was darin seinen Grund haben dürfte,

dass das Maximum des Luftdruckes gewöhnlich südlich oder östlich von Upsala liegt. Die Rechnung ergab:

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Summe
Winter	31	4	5	0	0	0	1	2	0	0	12	6	32	11	56	18	178
Sommer	17	1	8	2	8	1	7	0	17	12	21	8	37	20	42	15	216
Jahr	48	5	13	2	8	1	8	2	17	12	33	14	69	31	98	33	394

Mittel im Winter W 59° 51′ S im Sommer W 23° 9′ S.

Dieses bestätigt die von Hildebrandsson ausgesprochene Thatsache, dass für Upsala ein neu herannahendes Minimum gewöhnlich eher auf die Windfahne wirkt als auf die Strömungsrichtungen der Cirruswolken, was übrigens mit dem Schema von A. Ley übereinstimmt (vgl. I. Theil dieses Handbuches pag. 294); erst nachdem sich beim Herannahen eines Minimums die südlichen und südwestlichen Winde schon bemerkbar gemacht haben, beginnt gewöhnlich auch der Cirruszug zurückzudrehen.

Aus diesen eben angeführten Untersuchungsresultaten ergeben sich eine Reihe für die ausübende Witterungskunde sehr wichtiger Thatsachen, die wir jetzt übersichtlich zusammenstellen wollen.

α) Gradient und Winde an der Erdoberfläche.

1) Für West- und Nordwesteuropa liegen die steilsten Gradienten auf der Südseite (in den Südost-Südwest-Segmenten), die kleinsten auf der Nordseite.

2) Daher sind die südwestlichen Winde durchschnittlich am stärksten, und die östlichen in der Regel am schwächsten.

3) Der Winkel, welchen die Windrichtung mit dem Gradienten bildet, ist auf dem Meere grösser als auf dem Lande, grösser in der wärmeren Jahreszeit als in der kälteren, grösser in den Cyclonen als in den Anticyclonen, grösser auf der Rückseite und kleiner auf der Vorderseite der Cyclonen (letzteres umgekehrt in den östlichen Vereinigten Staaten).

4) Der Wind ist in allen Theilen der Cyclone nach Innen hin gerichtet, und daher nähert sich im Allgemeinen die Windbahn einer logarithmischen Spirale.

5) Die Windstärke nimmt im Allgemeinen zu mit dem Gradienten; sie ist am kleinsten im Centrum der Cyclone sowohl als der Anticyclone und in der Region zwischen zwei Depressionen vom Innern des Maximums nimmt sie nach Maassgabe der Abnahme des Luftdrucks beständig zu und erreicht ein Maximum in der Nähe des Centrums der Cyclone.

6) Die mittlere Windgeschwindigkeit für denselben Gradienten ist im Sommer merklich grösser als im Winter.

7) Bei demselben Gradienten haben die nördlichen und östlichen Winde die grössere Intensität.

β. Zug der unteren Wolken.

1) Die unteren Wolken ziehen in den allermeisten Fällen aus einem Punkte des Horizontes, der rechts vom Unterwinde liegt und zwar steht ihre mittlere Richtung fast senkrecht zum Gradienten oder ist nahezu parallel zur Tangente der Isobaren.

2) Auf der Vorderseite der Cyclone ist der Winkel des Zuges der unteren Wolken mit dem Gradienten etwas grösser als 90°, so dass sich in dieser Region die Luft von der Cyclone nach dem Maximum entfernt.

γ) Zug der oberen (Cirrus-)Wolken.

1) Die Cirruswolken ziehen fast stets rechts sowohl von der Richtung des Unterwindes als von derjenigen des unteren Wolkenzuges.

2) In der Region der Cirruswolken bewegt sich die Luft über der Cyclone nach dem Maximum, und zwar ist das Ausströmen am schwächsten in der Umgebung des centralen Raumes, und nimmt von dort an nach aussen hin zu.

3) Die mittlere Richtung der Cirrusbewegung bildet mit den Isobaren fast denselben Winkel nach aussen, als der Unterwind nach innen. Nahezu dürfte die Richtung der Isobaren die mittlere Strömungsrichtung der Gesammtluftmasse darstellen.

4) An der Rückseite einer Cyclone haben die Cirruswolken in Europa nahezu gleiche Richtung mit den unteren Wolken und dem Unterwind.

5) Auf der Vorderseite einer Cyclone findet das grösste Einströmen an der Erdoberfläche, dagegen das grösste Abströmen in der Höhe statt.

6) Es ist anzunehmen, dass die Südostwinde auf der Vorderseite einer Cyclone kaum die halbe Höhe von derjenigen der Nordwestwinde auf der Rückseite erreichen.

7) Bei Annäherung einer neuen Cyclone scheint diese die Windfahne eher zu beeinflussen als die oberen Luftströmungen.

8) Die Lage des oberen Centrums der Cyclone zu derjenigen an der Erdoberfläche ist abhängig von der Temperaturvertheilung; im Winter liegt dasselbe für unsere Gegenden vorzugsweise links von der Bahn nach vorne, im Sommer links nach hinten. —

e) Vertheilung der meteorologischen Elemente in den Cyclonen (und Anticyclonen).

Nachdem wir uns über die mittlere Luftdruckvertheilung und über die Luftbewegung in einer Cyclone ein klares Bild verschafft haben, wollen wir jetzt die Vertheilung der übrigen meteorologischen Elemente in derselben, sowie in ihrer Umgebung näher untersuchen, wobei wir auch die Anticyclonen in den Kreis der Betrachtung hineinziehen. Ich benutze hierzu hauptsächlich zwei Untersuchungen, die ich schon oben zu citiren Gelegenheit hatte, nämlich die von Hildebrandsson für Upsala und die von Krankenhagen für Swinemünde. Eine Vergleichung dieser beiden Untersuchungen, welche wegen der gleichen in beiden angewandten Methode keine Schwierigkeit bietet, dürfte von nicht geringem Interesse sein (in Bezug auf die Methode siehe das oben Seite 230 Angeführte).

a) Temperatur der Luft. In den folgenden Tabellen sind die Abweichungen der Temperatur von den Normalwerthen um 8^h a. m. für Upsala und Swinemünde zusammengestellt, für die wärmere Jahreszeit (April bis September) sowie für die kältere (October bis März)*):

	Upsala (Winter):						Upsala (Sommer):					
	C_1	C_2	C_3	A_1	A_2	Mittel	C_1	C_2	C_3	A_1	A_2	Mittel
N	+5,0	+3,0	+3,0	+3,4	+0,2	+2,92	±0,0	+0,7	+0,1	+1,7	+0,9	+0,68
NE	−0,6	−1,3	+0,9	−0,0	−4,0	−0,99	−4,8	−1,4	−0,6	−0,2	−0,7	−1,56
E	−2,7	−4,8	−3,8	−4,0	−6,7	−4,41	−3,0	−3,5	−1,6	−1,6	−1,9	−2,32
SE	−1,6	−0,0	+1,3	−3,2	−2,6	−1,23	−2,9	−2,7	−4,2	−0,4	−1,4	−2,33
S	+1,9	+0,9	−3,1	−2,7	−1,0	−0,79	+3,1	−0,8	−0,5	−0,9	+0,4	+0,25
SW	+1,9	−0,6	+2,0	−0,8	+0,8	+0,64	+2,2	+0,6	+1,1	−0,2	+3,0	+1,34
W	+3,5	+1,7	+3,0	+1,4	+1,5	+2,22	+1,0	+0,5	+2,0	+0,7	+0,0	+0,86
NW	+4,3	+3,6	+2,0	+2,0	+0,3	+2,60	+0,4	+1,1	+0,9	+1,6	+1,8	+1,20
Mittel	+1,45	+0,32	+0,75	−0,48	−1,43		−0,47	−0,69	−0,34	+0,09	+0,25	
	$C_0 = +1,32$	$M = -3,00$	$A_0 = -2,86$				$C_0 = -2,45$	$M = +0,31$	$A_0 = +0,14$.			

*) Für Swinemünde bezeichnet C = Cyclone, A = Anticyclone, N_1 = neutrale Lage, wo 2 Cyclonen zusammenstossen, Barometer unter 760^{mm}, N_2 ebenso, aber Barometer über 760^{mm}, N_3 = Minimum im Nordwesten und auch im Nordosten, V = Lage im Gebiete eines kleinen Theilminimums, auf den Karten besonders durch grössere Ausbuchtung der Isobaren markirt.

Swinemünde:

		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Mittel	N_1	N_2	N_3	V	A_0
Sommer	C	−0,8	−1,9	−2,0	−1,8	−1,3	+1,6	+1,5	+1,2	−0,3	−0,4	+0,7	−0,4	+1,5	+0,6
	A	+0,9	−0,7	−0,3	−1,2	−1,3	+0,8	+0,8	+2,7	−0,1					
Winter	C	+1,9	+0,6	−1,0	+0,2	−2,3	−2,2	−1,0	+2,3	+0,8	−1,7	−2,1	+1,8	+0,8	−2,2
	A	+1,2	+2,0	−0,2	−0,9	−2,1	−2,1	−1,3	−1,2	−0,4					

	Sommer.					Winter.					
	C_2	C_3	C_4	A_1	A_2	C_1	C_2	C_3	C_4	A_1	A_2
N	−1,4	−0,6	−0,2	+0,4	+1,4	+1,2	+1,9	+2,2	+2,2	+1,3	+1,2
NE	−3,4	−1,6	−0,9	−0,9	−0,6	—	−0,1	+0,7	+1,0	+1,0	+2,2
W	+1,6	+1,3	—	+1,6	+0,2	—	−0,5	−1,9	—	−0,4	−1,6
NW	+0,1	+2,2	+1,3	+2,9	—	+3,1	+3,1	+1,6	+0,8	−0,7	−1,4

Diese Tabellen enthalten eine Reihe von Aufschlüssen über das Verhalten der Temperaturvertheilung in den Cyclonen und Anticyclonen, von denen wir hier nur die Hauptpunkte hervorheben wollen. Es sei hierbei jedoch ausdrücklich bemerkt, dass sich alle Angaben auf die Temperatur 8 Uhr Morgens beziehen.

Man sieht sofort, dass bei beiden Stationen sowohl im Winter als auch im Sommer, sowohl bei den Cyclonen als auch bei den Anticyclonen die Temperatur unter dem Mittel liegt, wenn der Gradient nach Osten hin gerichtet ist (also auf der Westseite der Cyclone resp. Ostseite der Anticyclone unter dem Einflusse der nördlichen Winde); dagegen liegt die Temperatur über dem Normalwerthe, wenn der Gradient nach Nordwest gerichtet ist (also unter dem Einflusse südlicher Winde). Indessen zeigt in letzterer Beziehung Swinemünde im Winter insoferne eine Ausnahme, als bei der Anticyclone alle Gradienten, die eine westliche und südliche Componente haben, negative Abweichungen aufweisen, so dass also nur noch positive Abweichungen bei nach Nord und Nordost gerichteten Gradienten im Winter bei der Anticyclone vorhanden sind (also Anticyclone im Süden und Südwesten).

Der Einfluss der Bewölkung zeigt sich dadurch, dass an beiden Stationen im Winter in der Cyclone die Temperatur über dem Normalwerthe, in der Anticyclone (der centrale Raum eingerechnet) unter demselben liegt. Im Sommer erhebt sich dieselbe in dem Gebiet der barometrischen Maxima (A_1 und A_2) durchschnittlich nur wenig, oder gar nicht über dem Mittel, in der Cyclone liegt sie unter demselben.

Bemerkenswerth ist ferner, dass in Upsala im Winter die Temperatur nach dem Innern der Cyclonen hin von allen Seiten zunimmt. Für Swinemünde ist dieses nur für die nach Nordwest gerichteten Gradienten (Maximum im Südosten) der Fall, wogegen bei

den nach Norden und Nordosten gerichteten die Temperatur nach aussen hin wächst.

Die tiefsten Temperaturen im Winter und die höchsten im Sommer fallen auf den innern Theil der Anticyclone. In Upsala sind die negativen Abweichungen im Winter und die positiven im Sommer in der Anticyclone am grössten bei einem nach Osten gerichteten Gradienten, dagegen finden sich in Swinemünde die tiefsten Temperaturen in dem centralen Maximalgebiete bei den Südwest- und Südgradienten. In diesen Fällen macht sich also das entgegengesetzte Verhalten der Land- und Seewinde geltend.

In dem neutralen, durch ruhiges heiteres Wetter ausgezeichneten Gebiete N_1 und N_2 liegt die Temperatur im Winter unter, im Sommer über dem Normalwerthe, nur wenn für Swinemünde eine Cyclone im Nordwesten, eine andere im Nordosten liegt, so gilt für den Winter das Umgekehrte.

„Noch verdienen wohl", bemerkt Krankenhagen, „die Temperaturverhältnisse jener kleinen gestreckten Minima eine besondere Erwähnung, welche oben als grössere Ausbuchtungen der Isobaren bezeichnet und in den Tabellen durch den Buchstaben V angedeutet sind. Bei Betrachtung der 63 Einzelfälle des Winters macht sich ein wesentlicher Unterschied bemerklich zwischen den 52 mit nach W, NW und N geöffneten Isobaren, und den übrigen 11, bei welchen die offene Seite nach NE und SE gerichtet ist. Während das gemeinsame Mittel der Temperaturabweichung + 0,8° ist, so ergiebt sich für die erste Gruppe + 1,6° und für die zweite — 2,8°. Derselbe Unterschied, wenn auch nicht ebenso stark ausgeprägt, lässt sich für den Sommer konstatiren. In dieser Jahreszeit ist die mittlere Abweichung + 2,0, wenn die Isobaren nach W oder NW offen sind, dagegen + 0,3° im Durchschnitt der übrigen Fälle. Die Wärmeverhältnisse, welche die betrachteten kleinen Theilminima begleiten, sind wohl hier besonders nicht als die Folge, sondern vielmehr als die Ursache der Entstehung dieser secundären Bildungen zu betrachten. — Ein wesentlicher Unterschied der Temperatur nach der Lage der Station zu der Ausbuchtung konnte (für 8^h a.) nicht festgestellt werden."

Die Temperaturabnahme mit der Höhe hat Hildebrandsson durch die Beobachtungen an den beiden correspondirenden Stationen Clermont Ferrand (Seehöhe 388^m) und Puy-de-Dôme Gipfel (Seehöhe 1467^m) für die Cyclonen und Anticyclonen untersucht. Für

die kälteren Monate October bis März vom 1. Januar 1877 bis 31. März 1882 erhielt er folgende Differenzen an beiden Stationen:

Richtung des Gradienten	C_1	C_2	C_3	A_1	A_2		
N	8,6	8,9	8,0	7,7	5,8		
NE	—	7,5	8,0	8,1	6,6	C_0	6,2
E	—	8,2	8,1	7,2	6,2	M	2,3
SE	—	6,1	6,6	6,8	3,4	A_0	2,1
S	—	6,1	5,3	4,4	— 0,8		
SW	—	6,8	6,9	2,3	— 2,7		
W	8,0	6,5	3,3	2,5	— 2,2		
NW	8,9	7,7	6,4	4,4	— 0,2		

Aus dieser Tabelle geht hervor, dass die Temperaturdifferenz in der Nähe des Centrums ihren höchsten Werth hat und mit zunehmendem Luftdrucke abnimmt, bis in den inneren Theilen des Maximums ihr Zeichen wechselt. Ist der Gradient nach N oder E gerichtet, so ist die Differenz am grössten, dagegen am kleinsten, wenn derselbe eine südliche oder westliche Richtung hat. Hildebrandsson weist auf die Wichtigkeit ähnlicher Beobachtungen auf Berggipfeln des nordwestlichen Europas hin, welche an der Zugstrasse der grossen barometrischen Minima liegen. Sein Wunsch, dass die am Fusse und auf dem Gipfel des Ben Nevis in Schottland angestellten Beobachtungen in extenso veröffentlicht werden, ist vor Kurzem befriedigt worden.

Für die Zwecke der ausübenden Witterungskunde folgt eine Zusammenstellung Krankenhagens über die mittlere Aenderung der Temperatur für jeden Gradienten in den letzten und den nächsten 24 Stunden und die Wahrscheinlichkeit für positive Aenderung (in Procenten):

Temperaturänderung für Swinemünde.

Sommer.

	Mittel				Wahrsch. f. +			
	letzte 24 St.		nächste 24 St.		l. 24 St.		n. 24 St.	
	C.	A.	C.	A.	C.	A.	C.	A.
N	— 0,7	+ 0,8	— 0,5	+ 1,5	39	66	40	76
NE	— 1,0	— 0,8	+ 0,5	+ 1,1	33	43	58	69
E	+ 0,4	+ 0,2	+ 0,1	+ 0,2	66	54	57	52
SE	— 1,4	— 0,1	+ 0,3	+ 0,8	22	46	54	56
S	— 0,5	— 0,6	— 0,7	+ 0,6	38	36	36	59
SW	+ 1,2	+ 0,3	— 0,7	+ 0,3	72	49	34	61
W	+ 1,3	+ 0,8	— 0,1	+ 0,5	75	74	51	73
NW	+ 0,9	+ 2,2	— 1,0	+ 0,6	60	79	35	71
N_1	— 0,1		-- 0,5		47		47	
N_2	+ 0,4		+ 0,1		60		52	
N_3	— 0,1		+ 0,2		47		59	
V	+ 0,0		— 1,5		51		33	
A_0	+ 0,2		+ 0,7		57		58	

Winter.

	Mittel				Wahrsch. f. +			
	letzte 24 St.		nächste 24 St.		l. 24 St.		n. 24 St.	
	C.	A.	C.	A.	C.	A.	C.	A.
N	+ 0,8	+ 0,2	— 1,3	+ 0,5	58	45	28	50
NE	— 0,2	— 0,3	— 1,0	+ 0,5	48	39	31	57
E	— 0,0	— 0,4	— 0,6	+ 0,6	48	47	26	58
SE	+ 1,5	+ 0,2	— 1,9	— 1,3	83	56	13	31
S	+ 0,5	— 0,6	+ 0,6	— 0,9	58	41	54	32
SW	+ 0,6	— 0,5	+ 0,4	— 0,4	55	39	56	43
W	— 0,1	— 0,6	+ 1,7	— 0,2	43	35	69	49
NW	+ 1,3	— 0,5	+ 0,0	+ 1,3	65	45	53	65
N_1	— 1,4		+ 0,0		26		45	
N_2	— 0,7		+ 0,3		42		48	
N_3	— 0,3		+ 0,4		39		62	
V	+ 0,8		+ 0,5		55		55	
A_0	— 1,3		+ 0,3		28		63	

Diese Zahlen werden verständlicher, wenn wir damit die Tabelle

Seite 242 vergleichen und zugleich die Situationen berücksichtigen, welche den einzelnen Gradientenrichtungen meist vorangehen und folgen. Hierüber giebt nachstehende Tabelle, für beide Jahreszeiten, die im Wesentlichen übereinstimmen, berechnet, einigen Aufschluss. In dieser Tabelle geben die Zahlen an, wie oft unter 100 Fällen nach den in der obersten Horizontalreihe angedeuteten Gradienten am Morgen des nächsten Tages die links stehenden herrschen. Situationen unter 80 Fällen sind nicht mit angeführt. Die den Gradientrichtungen angehängten Buchstaben a und c geben an, ob sich der Gradient auf eine Anticyclone oder Cyclone bezieht):

Aufeinanderfolge der Gradienten (Swinemünde).

	Nc	Na	NEc	NEa	Ea	Sa	SWa	Wc	Wa	NWc	NWa
Nc	**28**	8	8	9	9	0	1	8	4	21	7
Na	5	**20**	7	15	2	1	0	1	3	4	8
NEc	17	2	**21**	8	16	0	0	3	0	8	2
NEa	8	8	7	**32**	12	0	1	1	1	4	0
Ea	1	2	6	2	**34**	1	1	1	0	0	0
Sa	1	2	1	0	2	**42**	8	1	0	0	0
SWa	0	0	0	0	2	22	**37**	0	4	0	2
Wc	4	6	2	1	0	2	1	**18**	17	4	8
Wa	0	4	0	0	1	3	15	1	**35**	1	6
NWc	8	12	6	5	0	0	1	22	10	**22**	17
NWa	1	15	1	3	3	0	1	1	4	1	**26**

Beispielsweise folgt (im Sommer) auf NW_c mit einer mittleren Abweichung von $+ 1,2^0$ besonders oft N_c mit einer Abweichung von $- 0,8^0$, und nach N_c am häufigsten NE_c mit einer Abweichung von $- 1,9^0$; also ergiebt sich für N_c im Mittel eine negative Aenderung in den letzten und in den nächsten 24 Stunden. — Eine Untersuchung der Einzelfälle der Situation N_a ergab das Resultat, „dass südlichen Anticyclonen bei negativer Temperaturabweichung mit 61 %, bei positiver nur mit 16 % Wahrscheinlichkeit westliche oder nordwestliche Gradienten folgen.“

In der Tabelle „Aufeinanderfolge der Gradienten“ illustriren die durch den Druck hervorgehobenen Zahlen sehr anschaulich die Erhaltungstendenz der einmal herrschenden Situation, so dass es meist viel wahrscheinlicher ist, dass der Beobachtungsort nach 24 Stunden noch in demselben Octanten einer Cyclone oder Anticyclone sich befindet, als in einem andern. Die einzige Ausnahme macht W_c, für welchen NW_c für den folgenden Tag die grösste Wahrscheinlichkeit hat. Grosse Erhaltungstendenz zeigen S_a, SW_a, W_a, E_a, und NE_a.

Bewölkung, relative Feuchtigkeit, Nebel, Dunst. Die Menge der Bewölkung bezieht sich für Upsala auf 8^h und 10^h a. m. und ist ausgedrückt durch die Zahlen 0—10, so dass 0 einen wol-

kenlosen, 10 einen ganz bedeckten Himmel darstellt (für Swinemünde der Vergleichbarkeit wegen aus 0—4 umgerechnet).

Wolkenmenge zu Upsala.

		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Mittel	C_0	N	A_0
Winter	C	6,3	3,6	5,7	9,5	9,4	9,6	9,2	8,7	7,7	8,6	2,3	6,8
„	A	7,2	6,0	4,4	9,0	8,4	9,4	9,0	8,6	7,8			
Sommer	C	6,5	3,5	6,4	9,0	9,0	8,8	8,1	7,1	7,3	9,7	2,3	2,8
„	A	5,2	3,5	4,9	5,3	6,8	5,6	4,4	6,6	5,2			

Wolkenmenge zu Swinemünde.

		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Mittel	N_1	N_2	N_3	V	A_0
Winter	C	8,8	7,8	8,5	9,0	10,0	8,8	8,0	8,2	8,2	7,8	6,8	8,5	8,5	5,0
„	A	6,8	6,0	5,2	6,8	7,2	7,2	7,2	4,5	6,5					
Sommer	C	7,8	8,2	8,2	9,0	8,8	5,5	6,2	7,2	7,5	6,5	5,0	7,2	7,8	3,2
„	A	5,8	6,2	4,8	4,5	5,2	3,5	2,5	2,0	4,8					

Hieraus geht hervor, dass für beide Stationen die Bewölkung im Winter grösser ist, als im Sommer, grösser in den Cyclonen (mit Berücksichtigung auch des centralen Theiles), als in den Anticyclonen. Wie die ausführlicheren, hier nicht mitgetheilten Tabellen zeigen, nimmt die Bewölkung im Allgemeinen von innen nach aussen hin ab. Auch hier spricht sich sehr deutlich der Einfluss der Ostsee aus, denn die Bewölkung ist an beiden Stationen durchschnittlich am stärksten, wenn der Gradient nach Süden und Südosten gerichtet ist, also bei nordöstlichen Winden, Verhältnisse, die für das deutsche Binnenland wohl nicht maassgebend sind. Die geringste Bewölkung zeigt sich in Upsala bei dem nach Nordost gerichteten Gradienten (also bei westlichen und nordwestlichen Winden oder Landwinden), in Swinemünde in den Cyclonen beim Südwestgradienten im Sommer, in den Anticyclonen im Winter und Sommer beim West- und Nordwestgradienten (also Landwinden).

Um die Vorstellung über die Bewölkung in den Cyclonen und Anticyclonen zu vervollständigen, erscheint es geboten, auch die Wolkenformen näher zu betrachten. In dieser Beziehung liegen nur die Untersuchungen von Hildebrandsson für Upsala vor. Indem ich auf die Originaltabelle verweise, will ich nur die Hauptresultate hier anführen, zu welchen Hildebrandsson gelangte.

Die Nimbuswolke ist im Sommer häufiger, als im Winter, häufiger in der Cyclone als in der Anticyclone, häufiger bei einem Nordwest- oder Südwestgradienten, als einem Nordost- oder Ostgradienten. — Der Stratocumulus (gewellter Wolkenteppich im Hildenbrandsson'schen Sinne) dagegen ist viel häufiger im Winter, als im Sommer. Während der heissesten Monate Juni—August fehlt er fast ganz. Diese Wolkenform erscheint öfter in der Anti-

cyclone als in der Cyclone, ihre Masse scheint unabhängig von der Richtung des Gradienten.

Eine gleichförmige Bedeckung des ganzen Himmels mit einem niedrigen dichten Wolkenteppich, in welchem man weder Form noch Bewegung unterscheiden kann, ist im Winter häufiger als im Sommer. Am häufigsten kommt diese Erscheinung in Upsala vor auf der Nordseite der Cyclonen und Anticyclonen.

Die Cumuluswolke ist dem Sommer eigenthümlich, in den eigentlichen Wintermonaten ist sie sehr selten, sie tritt gewöhnlich auf der Rückseite der Depressionen auf.

Die Cumulo-Stratus- oder Gewitterwolke ist am häufigsten auf der Vorderseite im Südosten vom Centrum der Depression vertreten, übereinstimmend in Schweden, Norwegen und Frankreich.

Obgleich es sehr schwer ist, über das Verhalten der Cirruswolken ähnliche Untersuchungen zu machen, weil dieselben sehr oft unseren Blicken durch die unteren Wolken entweder ganz oder theilweise verdeckt sind, so scheint es doch, dass dieselben am häufigsten auf der Rückseite, insbesondere aber zwischen zwei Depressionen auftreten. Im letzteren Falle zeigen sich dieselben ausserordentlich schön und charakteristisch, so dass man bei Erscheinen derselben nach Vorübergang eines Wirbels mit sehr grosser Wahrscheinlichkeit auf einen neuen Wirbel schliessen kann.

Die Cirro-Cumulus-Wolke ist bei hohem Luftdrucke im Sommer häufiger als im Winter, bei sehr tiefem Luftdrucke ist sie sehr selten.

Die Cirro-Stratus-Wolke zeigt sich hauptsächlich im Südosten und Süden des Depressions-Centrums und breitet sich weithin über die benachbarten Maxima aus, sie gilt als ein ausgezeichneter Vorbote einer herannahenden Depression.

Für die Vertheilung der relativen Feuchtigkeit scheinen ganz ähnliche Beziehungen zu herrschen, wie für die der Wolkenmengen. Ich gebe hier die Zahlen für Swinemünde wieder.

Relative Feuchtigkeit für Swinemünde (%).

		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Mittel	N_1	N_2	N_3	V	A_0
Sommer	C	80	81	83	87	86	78	78	78	80	80	79	79	81	85
	A	77	78	75	78	81	75	75	75	77					
Winter	C	90	88	82	89	92	88	92	90	89	93	90	94	94	90
	A	92	91	79	83	86	89	92	94	90					

Diese Zahlen zeigen wenig Unterschied. Als mittlere Werthe für die Entfernung vom Centrum für alle 8 Gradienten ergeben sich: $C_2 = 83$, $C_3 = 79$, $C_4 = 79$, $A_1 = 77$, $A_2 = 76$, also Zunahme der relativen Feuchtigkeit nach dem Centrum hin.

Entschiedenere Werthe zeigen sich für die Häufigkeit von Nebel und Dunst, wie die nachstehenden Zahlen zeigen:

Wäderöbod (%).

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C_0	M	A_0
Dunst	46	55	11	4	6	11	17	27	33	12	29
Nebel	40	8	9	6	4	9	14	37	20	9	11

	C_1	C_2	C_3	A_1	A_2
Dunst	13	23	31	27	11
Nebel	—	19	21	15	12

Swinemünde, Winter (%).

		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Mittel	N_1	N_2	N_3	V	A_0
Dunst	C	7	3	0	0	8	2	9	8	6	8	13	24	6	15
	A	18	13	3	0	3	1	14	15	10					
Nebel	C	9	9	0	8	0	0	15	4	7	21	20	14	22	19
	A	30	22	9	6	3	9	14	33	18					

	C_1	C_2	C_3	C_4	A_1	A_2
Dunst	0	6	6	8	7	11
Nebel	2	5	10	10	17	18

Im Allgemeinen zeigt sich eine grosse Nebelhäufigkeit auf der Grenze der Cyclone und Anticyclone, und in der That weisen die Wetterkarten nach, dass ein langes Band nebligen Wetters oft ganze Länderstrecken zwischen dem niedersten und höchsten Luftdruck durchzieht. Für Swinemünde fällt der höchste Werth (im Winter) mit dem Maximum des Luftdruckes zusammen, und dieses scheint für Deutschland überhaupt der Fall zu sein. Für beide Stationen zeigt sich nach dem Innern der Cyclone eine Abnahme der Nebel. Ebenfalls übereinstimmend ist die Nebelhäufigkeit geringer bei den nach Osten bis Südwesten gerichteten Gradienten, als bei den übrigen.

Für die Sichtigkeit der Luft*) (0 = gross, 5 = Nebel) zu Upsala erhielt Hildebrandsson folgende Werthe:

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C_0	M	A_0
2,6	1,7	1,6	2,9	3,1	3,5	3,6	3,5	3,7	2,1	2,5

C_1	C_2	C_3	A_1	A_2
3,0	2,8	2,7	2,8	2,8

Hiernach zeigt die Sichtigkeit der Luft wenig Abhängigkeit vom Luftdrucke, indessen scheint sie bei nach NW bis SW gerichteten Gradienten am geringsten, dagegen bei nach N bis SE gerichteten Gradienten am grössten zu sein. Ausserdem scheint die Sichtigkeit der Luft in der Cyclone nach auswärts etwas zuzunehmen, und im neutralen Theile grösser, als in der Umgebung zu sein.

Das für die Praxis wichtigste Element ist neben der Wärme

*) Die Sichtigkeit, Durchsichtigkeit der Luft wurde an Häusern und einem Gehölze in einer Entfernung von 10—15^{km} vom Observatorium seit dem Jahre 1874 beobachtet.

der Niederschlag. In den folgenden Tabellen sind die Regenwahrscheinlichkeiten in Procenten (Anzahl der Regentage dividirt durch die Anzahl der Beobachtungstage mal 100) für Upsala, Wäderöbod und Swinemünde wiedergegeben, und zwar wurde für die beiden ersteren ein Tag als Regentag betrachtet, wenn es vor Mittag geregnet hatte. Die Tabelle für Swinemünde ist ohne weiteres verständlich.

Regenwahrscheinlichkeit für Upsala.

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C_0	M	A_0
20	12	29	55	49	55	45	45	67	6	10

$C_1 = 56$, $C_2 = 47$, $C_3 = 32$, $A_1 = 24$, $A_2 = 38$.

Regenwahrscheinlichkeit für Wäderöbod.

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C_0	M	A_0
16	7	7	22	30	27	51	36	60	9	4

$C_1 = 55$, $C_2 = 32$, $C_3 = 26$ $A_1 = 12$, $A_2 = 11$.

Niederschläge für Swinemünde.

Sommer.

a) Cyclonen.

		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Mittel	N_1	N_3	V
Wahrscheinlichkeit	4—12h a. m.	48	41	48	50	52	19	26	40	41	19	33	40
	letzte 24 St.	70	64	62	55	43	31	28	61	56	43	56	52
	nächste 24 St.	64	49	48	61	71	63	60	62	59	33	70	63
Menge	letzte 24 St.	4,0	4,9	3,7	2,8	2,4	1,3	0,5	2,7	3,1	1,5	2,2	2,4
	nächste 24 St.	2,6	2,5	2,1	4,6	7,1	1,9	3,4	2,8	3,0	2,1	3,0	3,0

b) Anticyclonen.

		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Mittel	N_2	A_0
Wahrscheinlichkeit	4—12h a. m.	17	15	9	12	19	7	3	5	12	10	0
	letzte 24 St.	35	40	19	24	21	13	9	32	26	21	7
	nächste 24 St.	30	21	12	12	25	13	23	47	21	25	7
Menge	letzte 24 St.	0,9	1,2	1,0	0,2	0,5	0,0	0,2	0,4	0,7	0,6	0,1
	nächste 24 St.	0,9	0,5	0,3	0,2	0,1	0,4	1,1	0,5	0,5	0,6	0,1

Winter.

a) Cyclonen.

		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Mittel	N_1	N_3	V
Wahrscheinlichkeit	4—12h a. m.	49	43	71	50	69	29	38	48	47	38	35	54
	letzte 24 St.	70	81	81	75	69	37	49	62	66	72	62	62
	nächste 24 St.	69	58	60	58	85	61	63	74	66	64	67	70
Menge	letzte 24 St.	2,1	2,5	3,4	5,5	3,7	1,3	1,2	1,6	2,0	2,3	2,1	2,5
	nächste 24 St.	2,3	1,2	1,4	2,9	4,5	1,6	2,1	2,2	2,0	2,5	1,7	1,8

b) Anticyclonen.

		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Mittel	N_2	A_0
Wahrscheinlichkeit	4—12h a. m.	11	15	27	38	33	13	12	7	16	8	6
	letzte 24 St.	25	31	42	25	37	21	21	9	25	30	10
	nächste 24 St.	20	36	45	25	28	24	18	25	27	21	12
Menge	letzte 24 St.	0,5	0,9	0,7	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,5	0,4	0,1
	nächste 24 St.	0,3	0,7	0,6	0,1	0,6	0,2	0,1	0,8	0,4	0,5	0,1

Nach der Höhe des Barometerstandes gebildete Gruppen.

		Sommer.						Winter.						
		C_2	C_3	C_4	A_1	A_2	A_0	C_1	C_2	C_3	C_4	A_1	A_2	A_0
Wahrscheinlichkeit	4—12h a. m.	60	30	33	15	10	0	62	53	40	36	26	13	6
	letzte 24 St.	71	52	45	35	19	7	89	72	64	50	38	21	10
	nächste 24 St.	72	59	42	30	15	7	83	72	60	55	44	22	12
Menge	letzte 24 St.	4,5	2,6	2,1	1,0	0,5	0,1	4,0	2,1	1,5	1,3	0,8	0,3	0,1
	nächste 24 St.	4,5	[illegible]	1,6	0,7	0,4	0,1	2,6	2,3	1,6	1,5	0,9	0,3	0,1

Man sieht aus der Tabelle, dass in Upsala, am Kattegatt und an der Odermündung die Regenhäufigkeit und für die letztere Gegend auch die Regenmenge abnimmt mit der Zunahme des Luftdrucks. Wenn bei der Cyclone der Gradient nach N, NE und E gerichtet ist, liegt also die Station auf der Südwestseite, so regnet es in Upsala und in Wäderöbod am wenigsten; dagegen fällt in Swinemünde am wenigsten Regen bei südwestlichen und westlichen Gradienten, also auf der Vorderseite (in E und NE). Diese letztere für Swinemünde aufgefundene Thatsache erscheint auffallend, da man fast allgemein zu der Ansicht geneigt ist, dass die Regenmenge und Regenhäufigkeit auf der Vorderseite der Depression am grössten sind. Für die Vereinigten Staaten ist dieses der Fall. Loomis[156]) fand für einen Zeitraum von 37 Monaten die Regencentra (Mittelpunkte der Regenarea) folgendermassen um das Centrum der Cyclone vertheilt:

Quadrant	NE	SE	SW	NW
Regencentren überhaupt	86	71	41	18
Hauptregencentrum	31	27	9	1

Für Europa kam Loomis, allerdings auf Grundlage eines sehr ungenügenden Materials zu dem Resultate, dass das Regencentrum in der Regel auf der Ostseite der Depression liegt.

Dass das oben besprochene abweichende Verhalten der Regenwahrscheinlichkeit in Swinemünde nicht etwa darin seinen Grund haben kann, dass bei gewissen Gradienten nahe Minima häufiger sind, als bei den übrigen, geht aus folgender Tabelle hervor, bei welcher die Zahlen der ersten Reihe angeben, bei wie viel Procent der einzelnen Gruppen die Entfernung der Centra tiefen Druckes von Swinemünde weniger als 90 geographische Meilen beträgt:

Richtung des Gradienten	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Mittel
Entfern. der Centra weniger als 90 Meilen	37	36	37	46	33	52	24	30	35
Zugeh. Regenwahrscheinl. 4—12h a. m. .	59	48	67	57	67	24	39	50	50

Auch die Mittelwerthe derjenigen Fälle, in welchen für die am häufigsten vorkommenden Gradienten um 8h a. m. eines Tages und des darauf folgenden das Minimum in der gleichen Richtung liegt, geben dasselbe Resultat:

Richtung der Gradienten	N	NE	W	NW
Regenwahrscheinlichkeit	76	71	46	59
Regenmenge mm . . .	3,2	3,5	1,9	1,8

Dieses eigenthümliche Verhalten Swinemündens erklärt sich ganz gut durch die Thatsache, dass die Winde an der Nord- und Westseite einer Cyclone Seewinde, dagegen die auf der Süd- und Ostseite Landwinde sind.

Indessen würde sich die weitere Untersuchung lohnen, ob dieses auch für die übrigen Deutschen Gebietstheile der Fall ist. Hierüber dürften meine Untersuchungen über „typische Witterungserscheinungen" einigen Aufschluss geben.

Lage der Depressionscentren:

Dänemark und Südschweden; tags vorher: über der Südhälfte der britischen Inseln und der Nordsee; tags nachher: am Finnischen Busen und Umgebung.

I. October bis März: Zahl der Fälle 21 (für letzte 24 St. = 14).

Ort.	Nordquadrant				Ort.	Ostquadrant			
	Regenwahrscheinlichk.		Regenmenge.			Regenwahrscheinlichk.		Regenmenge.	
	letzte 24 St.	nächste 24 St.	letzte 24 St.	nächste 24 St.		letzte 24 St.	nächste 24 St.	letzte 24 St.	nächste 24 St.
Stockholm . . .	71	77	3,4	3,7	Neufahrwasser . .	50	62	1,9	3,4
Christiansund . .	57	62	2,8	3,4	Memel	64	100	3,0	4,0
Bodö	21	46	2,0	3,7	Riga	57	69	3,5	4,7
					Petersburg . . .	29	74	0,6	4,2
					Pinsk	50	46	1,4	1,2
					Moskau	07	54	0,3	3,5
	Südquadrant					Westquadrant			
Borkum	93	77	7,3	4,8	Keitum	93	69	8,5	2,5
Hamburg	100	85	7,5	4,5	Skudesnaes . . .	100	85	7,5	4,5
Swinemünde . . .	71	69	4,3	3,4	Yarmouth	79	69	4,9	2,3
Münster	100	62	5,8	4,1	Shields	86	69	3,0	2,8
Leipzig	57	46	3,5	1,5	Stornoway . . .	64	100	4,6	6,6
München	57	77	3,1	4,2	Valentia	57	46	3,3	2,7

II. April bis September: Zahl der Fälle 24 resp. 26.

Ort.	Nordquadrant.				Ort.	Ostquadrant.			
Stockholm . . .	58	42	3,6	3,2	Neufahrwasser . .	62	47	3,9	1,4
Christiansund . .	25	42	1,2	1,2	Memel	69	53	3,1	1,9
Bodö	19	36	0,8	1,3	Riga	50	74	2,9	5,8
					Petersburg . . .	21	74	2,9	1,5
					Pinsk	42	68	3,1	5,0
					Moskau	42	58	2,0	3,4
	Südquadrant.					Westquadrant.			
Borkum	85	68	8,5	2,7	Keitum	81	47	6,2	1,5
Hamburg	81	79	5,5	3,3	Skudenaes . . .	42	16	5,3	0,5
Swinemünde . . .	81	53	4,6	1,8	Yarmouth . . .	85	63	3,7	2,2
Münster	73	74	4,6	1,2	Shields	65	68	2,9	4,0
Leipzig	62	87	2,2	1,4	Stornoway . . .	50	64	2,0	2,4
München	75	63	4,4	6,4	Valentia	81	79	3,2	4,5

Hiernach nimmt die Regenmenge und Regenwahrscheinlichkeit beim Vorübergange einer Depression im Sommer und Winter für den Nordquadranten meist zu, für den Südquadranten ab, für den Ostquadranten wächst, insbesondere im Winter, die Regenmenge, dagegen im Westquadranten nimmt sie ab, und zwar scheint dieses auch für die Fälle zu gelten, in welchen derselbe Zeitraum auf die Vorderseite (letzte 24 Stunden) und auf die Rückseite (nächste 24 Stunden) sich bezieht. Im Allgemeinen ist also hiernach in Deutschland die Vorderseite einer Cyclone regenreicher als die Rückseite, wobei indessen die Ausnahme für den mittleren Theil der deutschen Ostseeküste bestehen bleiben kann. Auch für eine Anzahl anderer Orte im Windschatten der Alpen (Wien) und des Riesengebirges (Breslau, Zechen, Görlitz) ist von Hann (Oesterr. Z. 1875 p. 13) nachgewiesen, dass die grösste Regenmenge bei W- und NW-Winden fällt, also ebenso wie in Swinemünde auf der Rückseite der Cyclone, dagegen in der norddeutschen Niederung bei Südwestwind.

Die Häufigkeit der Gewitter in den Cyclonen und Anticyclonen wurde von Krankenhagen für Swinemünde für die Monate April bis September untersucht und diese Untersuchung ergab folgendes Resultat (Anzahl der Fälle unter 10 sind eingeklammert):

Häufigkeit der Gewitter in Swinemünde (%).

April bis September.

		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Mittel	N_1	N_2	N_3	V	A_0
Letzte	C.	17	15	3	11	0	13	7	18	13	5	4	7	20	0
24 Std.	A.	7	6	1	0	4	0	0	0	3					
Nächste	C.	9	4	0	11	5	19	31	22	14	2	5	19	18	0
24 Std.	A.	15	0	1	0	2	2	9	5	4					

Juni bis August.

		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Mittel	N_1	N_2	N_3	V	A_0
Nächste	C.	12	7	0	23	(33)	(25)	47	29	20	4	12	17	25	0
24 Std.	A.	21	0	0	(0)	7	(11)	16	(0)	7					

Hervorzuheben ist die Thatsache, „dass einer südlichen Lage des Minimums, und ebenso einer Lage im westlichen Quadranten des Maximums nie ein Gewitter in den letzten 24 Stunden vorangegangen ist, und noch mehr, dass in den nächsten 24 Stunden nie oder fast nie, ein solches gefolgt ist, wenn die Station sich westlich von einem Minimum oder im östlichen oder südlichen Quadranten einer Anticyclone befand.“ Die Wahrscheinlichkeit der innerhalb der nächsten 24 Stunden zu erwartenden Gewitter beträgt für die eigentlichen Sommermonate 47 %, wenn die Station auf der Ostseite der Minima liegt; auf der Südostseite ist die Gewitterwahrscheinlichkeit ebenfalls sehr gross. Eine deutliche Abhängigkeit

der Gewitter vom Barometerstande scheint innerhalb der Cyclonen nicht vorhanden zu sein, ebensowenig innerhalb der Gebiete der Maxima, wie aus nachfolgenden Wahrscheinlichkeitszahlen (%) hervorgeht:

$$C_2 = 19, \ C_3 = 22, \ C_4 = 18, \ A_1 = 7, \ A_2 = 5.$$

Als Ergebniss seiner interessanten Untersuchung stellt Krankenhagen für das Wetter in Swinemünde während des Vorüberganges einer Cyclone folgendes Schema auf, welches von dem im ersten Theile dieses Handbuches (Seite 294) angegebenen in einigen Punkten abweicht, welche Abweichungen insbesondere in der Lage Swinemündens zur Ostsee und zum Festlande begründet sind.

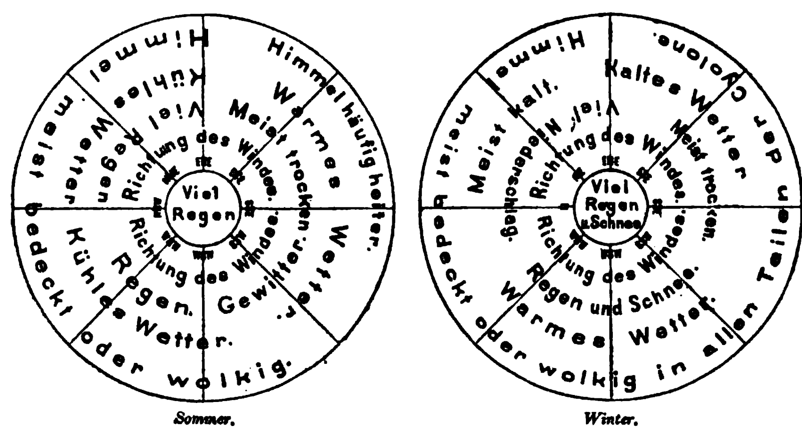


Fig. 27. Das Wetter in den Cyclonen für Swinemünde.

„Wir betrachten zunächst den Fall, dass ein nach Osten zu fortschreitendes Centrum tiefen Druckes Swinemünde auf der rechten Seite lässt, und zwar im Sommer. So lange das Centrum sich noch im Westen befindet, ist bei Südsüdostwinden der Himmel meist heiter und das Wetter warm und trocken. Rückt das Centrum näher heran, und ist es allmählich nach NW gelangt, so hat sich der Himmel inzwischen mehr und mehr bewölkt, und es treten häufig Niederschläge ein, vielfach im Gefolge von Gewittern, namentlich in den wärmeren Monaten. Die Temperatur beginnt nun beträchtlich zu sinken und geht immer tiefer herab, so lange die Station noch im Bereiche des Wirbels liegt. Während das Centrum sich im Norden, Nordosten und Osten befindet, fallen in der Regel starke Niederschläge, und Aufklaren des Himmels und trockenes Wetter ist erst dann zu erwarten, wenn das Minimum im Nordosten oder

Osten soweit gelangt ist, dass die Isobare der Station nicht mehr zu demselben gehört. Schlägt das nach Osten hin wandernde Centrum eine Bahn ein, bei welcher es Swinemünde zur Linken lässt, so hält das bei zunächst westlichen Winden vorhandene schöne Wetter auch noch an, wenn der Mittelpunkt der Depression bereits im Südwesten liegt. Ist derselbe aber nach Süden fortgeschritten, so pflegen mit ENE-Winden starke Niederschläge einzutreten und anzuhalten, bis das Minimum verschwunden ist. — Im Winter ist der Unterschied namentlich der, dass die Bewölkung auf allen Seiten der Cyclone gewöhnlich beträchtlich ist. Bei einer im Norden passirenden Depression tritt erhebliche Erwärmung ein, so lange dieselbe im Nordwesten und Norden liegt und wenn sie sich auch schon im Nordosten befindet, ist die Temperatur noch über der mittleren. Dagegen bringt ein im Süden vorüberziehendes Minimum während der ganzen Zeit seiner Herrschaft in der Regel kaltes Wetter." Diese Vorgänge bringt vorstehende Figur zur übersichtlichen Anschauung.

Diesem Schema stellen wir dasjenige gegenüber, welches Mohn ohne Rücksicht auf die Jahreszeiten und die Lage gegeben hat.

Vorderseite.	Rückseite.
Wind von östlich bis südöstlich, südlich, südwestlich bis westlich. Alle diese Winde kommen aus südlicheren Gegenden.	Wind von westlich bis nordwestlich, nördlich, nordöstlich bis östlich. Alle diese Winde kommen aus nördlicheren Gegenden.
Temperatur steigend.	Temperatur sinkend.
Dampfmenge zunehmend.	Dampfmenge abnehmend.
Bewölkung zunehmend und dicht.	Bewölkung abnehmend.
Niederschlag zunehmend und stark.	Niederschlag in Schauern und abnehmend.
Barometer fallend.	Barometer steigend.

f) Geographische Vertheilung der Minima [157]).

Bei Feststellung der geographischen Vertheilung der Minima in den einzelnen Jahreszeiten und für die einzelnen Gebiete wurden nur die Morgenpositionen, wie sie in den von der Seewarte herausgegebenen Bahnenkarten verzeichnet sind, für den Zeitraum von 1876—80 in Betracht gezogen und in eine Karte eingetragen. Dann wurde das in Betracht fallende Gebiet in Felder von 10° Länge und 5° Breite getheilt und die einzelnen Felder mit den Buchstaben a, b, c etc. bezeichnet, wie es durch die folgende Figur (S. 256) dargestellt ist.

Die folgende Tabelle giebt die mittlere Zahl der Morgenpositionen für den Zeitraum 1876—80 an. Da die einzelnen Felder nicht gleich gross sind, sondern ihre Grösse von der geographischen Breite abhängt, so bedürfen sie, um sie genau vergleichbar zu machen, noch einer Correctur. Der Correctionsfactor, beträgt auf 50—55° Breite bezogen, für:

40—45°	45—50°	50—55°	55—60°	60—65°	65—70°
0,83	0,90	1,00	1,13	1,31	1,59

Diese Reduction ist in beifolgender Tabelle für das Jahr durchgeführt:

Zahl der Morgenpositionen der Minima. Mittel von 1876—1880.

Feld	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr	reduc. auf 50° Breite.
a	4,4	7,2	1,8	4,0	17,4	14,4
b	6,0	10,0	2,8	10,4	29,2	24,2
c	3,6	5,2	1,6	5,2	15,6	14,0
d	3,2	6,2	3,0	3,4	15,8	14,2
e	3,4	4,4	1,8	3,0	12,6	11,3
f	3,0	6,4	4,2	3,0	16,6	14,9
g	3,8	3,0	1,8	3,4	12,0	12,0
h	6,2	8,6	8,4	5,2	28,4	28,4
i	6,6	5,2	7,4	6,6	25,8	25,8
j	5,6	4,8	3,8	4,0	18,2	18,2
k	3,8	3,6	3,2	3,0	13,6	13,6
l	2,4	3,4	3,6	2,0	11,4	11,4
m	2,6	1,0	1,6	2,0	7,2	8,1
n	5,8	5,0	6,8	5,6	23,2	25,9
o	6,6	5,2	7,6	6,4	25,8	29,1
p	9,0	6,4	11,0	9,2	35,6	40,1
q	6,2	5,4	6,4	8,0	26,0	29,4
r	2,8	3,8	2,4	2,4	11,4	12,9
s	3,0	2,2	4,0	4,2	13,4	17,6
t	3,6	2,6	4,0	5,0	15,2	19,9
u	2,0	4,2	6,0	5,4	17,6	23,0
v	4,7	4,9	5,2	3,2	18,0	23,6
w	4,0	4,6	6,0	5,8	20,4	26,7
x	3,0	0,8	1,2	2,0	7,0	11,1
y	4,4	3,2	3,2	5,2	16,0	25,4
z	4,2	2,2	2,6	2,2	11,2	17,8
Summe	112,0	119,2	110,6	117,6	459,4	

Vergleichen wir die Vertheilung der Minima in den einzelnen Gebietstheilen, ohne Rücksicht auf die jährliche Periode, so zeigt sich, dass die Minima nicht gleichmässig vertheilt sind und dass sich ein Gegensatz von Continent und Meer sehr bemerklich macht. Besonders häufig treffen wir dieselben in unmittelbarer Umgebung der britischen Inseln, über der Nordsee, an der norwegischen Küste, über dem südlichen Ostseegebiete und in der Umgebung Italiens. Ein entschiedenes Maximum der Frequenz fällt auf Südschweden. Die wenigsten Minima kommen vor auf einem breiten Streifen, welcher sich von Spanien ostwärts über das Alpengebiet nach dem Innern Russlands hin erstreckt; auch auf dem Ocean, in einiger Ent-



Fig. 28.

fernung von den westeuropäischen Küsten, ist im Allgemeinen die Anzahl der Minima nicht so bedeutend, als man es erwarten möchte, insbesondere westlich von den britischen Inseln. Wie eine Betrachtung der Einzelfälle zeigt, ist dieselbe auffallend gering auch über dem britischen Binnenlande und der skandinavischen Halbinsel, ausgenommen Südschweden. Aus den obigen Thatsachen geht das im Allgemeinen jedenfalls gültige Resultat hervor: die Minima sind am häufigsten in den Küstengebieten, am seltensten im Binnenlande. In gebirgigen Gegenden scheinen die Minima im Allgemeinen nicht häufig zu sein, doch sind diejenigen Küsten sehr stark frequentirt, in deren Nähe hohe Gebirge aufsteigen. In der jährlichen Periode ist die Häufigkeit des Auftretens der Minima für die einzelnen Gebiete sehr verschieden; am gleichmässigsten sind die Minima über alle Jahreszeiten vertheilt über Norddeutschland und Westrussland, ausgenommen die Ostseeprovinzen, dagegen zeigen sich die grössten Unterschiede an der norwegischen Küste, in der Umgebung Italiens und insbesondere über Südschweden.

Ein sehr interessanter und für die ausübende Witterungskunde

besonders beachtenswerther Gegensatz in der Häufigkeit zeigt sich im Frühjahr und Sommer auf dem nördlichen und südlichen Gebiete: in Schottland, im ganzen Nordseegebiete, in Südskandinavien sind im Frühjahre (April) die Minima am seltensten, dagegen im ganzen Gebiete südlich vom 50. Breitengrade zu derselben Jahreszeit (April, theilweise auch Mai) am häufigsten. Umgekehrt ist auf dem ersteren Gebiete die Frequenz im Sommer (August, Südschweden Juli) am grössten, auf letzterem zu dieser Jahreszeit (Juli, August) am geringsten.

Auf der Südhälfte der britischen Inseln ist die Häufigkeit im Frühjahr und Sommer gleich gross, auf dem Gebiete nördlich und nordöstlich davon, ganz Schweden eingeschlossen, fällt das Maximum der Häufigkeit auf den Sommer, weiter nördlich, etwa über dem Meere zwischen den Far-Öern und der norwegischen Küste auf den Herbst und endlich weiter nördlich an der nordnorwegischen Küste und in Lappland auf den Winter. — Dagegen südlich und südöstlich von den britischen Inseln findet das Maximum im Frühjahr statt.

Vergleichen wir meine für die 5 Jahre 1876—80 aufgestellte Tabelle mit der von Köppen veröffentlichten, für den Zeitraum vom September 1873 bis Dezember 1877, so finden sich so viele Abweichungen, sowohl in der Zahl wie in der Vertheilung der Minima, dass wir zu dem Schlusse kommen, dass der Zeitraum von 5 Jahren noch nicht genügt, um die mittlere Vertheilung der Minima mit Sicherheit feststellen zu können; jedoch dürften die oben ausgesprochenen Hauptzüge den vieljährigen Mitteln entsprechen.

Die Gründe der eigenthümlichen Vertheilung der Minima festzustellen ist schwierig, indessen sei bemerkt, dass die Häufigkeit des Auftretens der Minima am grössten ist in den Gegenden, wo Minima langsam fortschreiten und die Neigung zeigen, die Zugrichtung zu ändern und Schlingen zu bilden.

Von besonderer Wichtigkeit für den Sturmwarnungsdienst sind diejenigen Minima, welche stürmische Winde in ihrer Umgebung verursachen. Die Sturmcentra sind am häufigsten über Nordeuropa. Ein entschiedenes Maximum liegt über Südschweden. Ihre Zahl ist hier fast doppelt so gross, wie über gleichen Flächenräumen in Schottland, der Nordsee und dem norwegischen Meere, dreimal so gross als in England, dem südlichen Nordseegebiete und Norddeutschland, sechsmal so gross als in der Umgebung Italiens und endlich neunmal so gross als in Frankreich und Süddeutschland.

Der Jahreszeit nach fällt die Häufigkeit der Sturmcentra nicht ganz mit derjenigen der Minima überhaupt zusammen. Im Winter treten die häufigsten Sturmcentra auf im hohen Norden, über den britischen Inseln, vor dem Kanal und im nördlichen Deutschland, während das mittlere Schweden, ebenso die Gegend südlich vom weissen Meere entschiedene Minima der Häufigkeit aufweisen. — Im Frühjahre sind die Sturmcentra am gleichmässigsten über Europa vertheilt. Ein entschiedenes Maximum befindet sich in der Umgebung Italiens. Auffallender Weise sind in dieser Jahreszeit die Sturmcentren am seltensten über Südschweden, dem ganzen östlichen Ostseegebiete und der Nordsee. Im Sommer tritt die Häufigkeit allenthalben zurück, ohne jedoch überall das Minimum zu erreichen. In dem ganzen Gebiete südlich von der Nord- und Ostsee fehlen die Sturmcentra im Sommer fast gänzlich. Ueber Nordskandinavien, den britischen Inseln tritt ein Minimum der Häufigkeit ein, welches jedoch von der Frühjahrsfrequenz nur wenig verschieden ist. — Der Herbst weist ein Maximum auf in dem Meere zwischen den Far-Öern und Norwegen, in Finnland, Südschweden und den russischen Ostseeprovinzen.

g) Tiefe, Veränderlichkeit, Entstehen und Verschwinden der Minima.

Die mittlere Tiefe der Minima (Morgenpositionen) habe ich für den Zeitraum 1876—80 und für die Jahreszeiten in nachstehender Figur (Fig. 29) dargestellt.

In allen Jahreszeiten liegt die grösste mittlere Tiefe der Minima über dem Meere im Nordwesten Europas, die geringste über dem westeuropäischen Continente. Der Gegensatz ist besonders im Herbste am meisten entwickelt, in welcher Jahreszeit die mittlere Tiefe der Minima von 734^{mm} im Nordwesten der britischen Inseln bis auf 756^{mm} in der Alpengegend anwächst. Im Sommer ist dieser Unterschied am geringsten, kaum halb so gross als im Herbste, im Winter und Frühjahre ist derselbe allerdings beträchtlich, jedoch um einige Millimeter geringer als im Herbste.

Die von Köppen berechnete mittlere jährliche Tiefe für 1876 bis 1877 stimmt mit meinen Resultaten aus fünf Jahren vollkommen überein.

Vergleicht man die Karten, welche die mittlere Tiefe der Minima darstellen, mit den in der obigen Tabelle angegebenen

Zahlen für die Häufigkeit der Minima, so spiegelt sich zwar aus beiden der Gegensatz von Land und Wasser ganz deutlich wieder, jedoch ist ein entschiedener Zusammenhang der Häufigkeit mit der Tiefe, den man früher wohl annahm, im Allgemeinen nicht zu erkennen, so dass eine Gegend von Depressionen stark frequentirt werden kann, ohne dass diese durchschnittlich eine beträchtliche Tiefe erreichen. Südschweden und die mittlere Ostsee sind insbesondere im Sommer und Herbst von Depressionen sehr häufig besucht und doch ist die mittlere Tiefe derselben geringer als in den

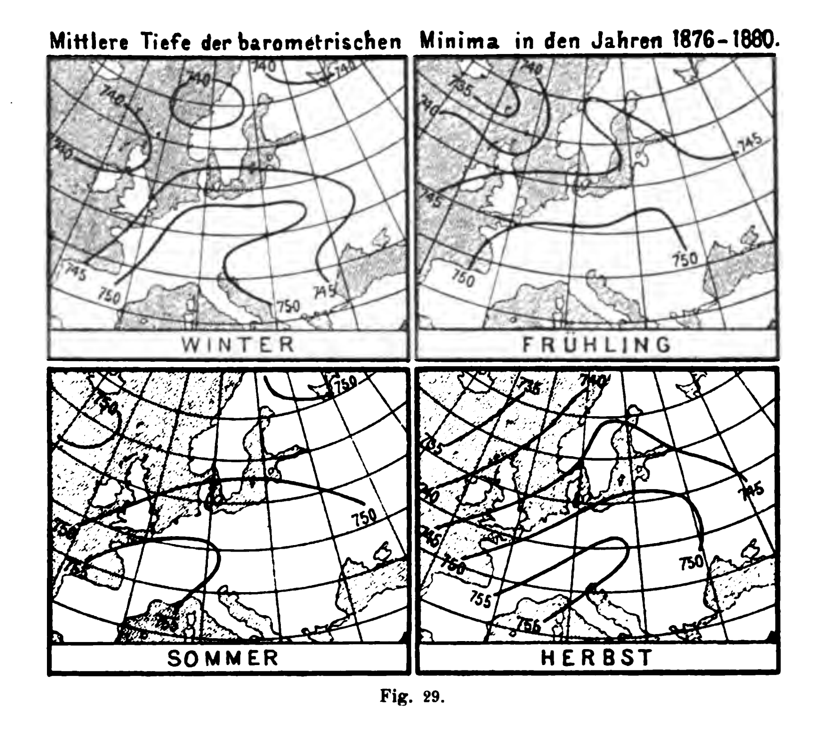


Fig. 29.

Gebieten östlich davon, wo die Depressionen viel seltener auftreten. Ebenso sind in der Umgebung Italiens die Minima in der kalten Jahreszeit am häufigsten, ohne dass sich dies in der mittleren Tiefe ausspricht.

Nach den Untersuchungen von Mohn und Hoffmeyer[158]) wird die Bildung der barometrischen Minima durch das verschiedene Verhalten von Land und Meer bedingt. Im Winter steigt über dem Meere der warme dampfreiche Luftstrom aufwärts, in der Höhe kehrt sich der Gradient um und hier fliesst die Luft nach denjenigen

Der Jahreszeit nach fällt die Häufigkeit der Sturmcentra nicht ganz mit derjenigen der Minima überhaupt zusammen. Im Winter treten die häufigsten Sturmcentra auf im hohen Norden, über den britischen Inseln, vor dem Kanal und im nördlichen Deutschland, während das mittlere Schweden, ebenso die Gegend südlich vom weissen Meere entschiedene Minima der Häufigkeit aufweisen. — Im Frühjahre sind die Sturmcentra am gleichmässigsten über Europa vertheilt. Ein entschiedenes Maximum befindet sich in der Umgebung Italiens. Auffallender Weise sind in dieser Jahreszeit die Sturmcentren am seltensten über Südschweden, dem ganzen östlichen Ostseegebiete und der Nordsee. Im Sommer tritt die Häufigkeit allenthalben zurück, ohne jedoch überall das Minimum zu erreichen. In dem ganzen Gebiete südlich von der Nord- und Ostsee fehlen die Sturmcentra im Sommer fast gänzlich. Ueber Nordskandinavien, den britischen Inseln tritt ein Minimum der Häufigkeit ein, welches jedoch von der Frühjahrsfrequenz nur wenig verschieden ist. — Der Herbst weist ein Maximum auf in dem Meere zwischen den Far-Öern und Norwegen, in Finnland, Südschweden und den russischen Ostseeprovinzen.

g) Tiefe, Veränderlichkeit, Entstehen und Verschwinden der Minima.

Die mittlere Tiefe der Minima (Morgenpositionen) habe ich für den Zeitraum 1876—80 und für die Jahreszeiten in nachstehender Figur (Fig. 29) dargestellt.

In allen Jahreszeiten liegt die grösste mittlere Tiefe der Minima über dem Meere im Nordwesten Europas, die geringste über dem westeuropäischen Continente. Der Gegensatz ist besonders im Herbste am meisten entwickelt, in welcher Jahreszeit die mittlere Tiefe der Minima von 734^{mm} im Nordwesten der britischen Inseln bis auf 756^{mm} in der Alpengegend anwächst. Im Sommer ist dieser Unterschied am geringsten, kaum halb so gross als im Herbste, im Winter und Frühjahre ist derselbe allerdings beträchtlich, jedoch um einige Millimeter geringer als im Herbste.

Die von Köppen berechnete mittlere jährliche Tiefe für 1876 bis 1877 stimmt mit meinen Resultaten aus fünf Jahren vollkommen überein.

Vergleicht man die Karten, welche die mittlere Tiefe der Minima darstellen, mit den in der obigen Tabelle angegebenen

Zahlen für die Häufigkeit der Minima, so spiegelt sich zwar aus beiden der Gegensatz von Land und Wasser ganz deutlich wieder, jedoch ist ein entschiedener Zusammenhang der Häufigkeit mit der Tiefe, den man früher wohl annahm, im Allgemeinen nicht zu erkennen, so dass eine Gegend von Depressionen stark frequentirt werden kann, ohne dass diese durchschnittlich eine beträchtliche Tiefe erreichen. Südschweden und die mittlere Ostsee sind insbesondere im Sommer und Herbst von Depressionen sehr häufig besucht und doch ist die mittlere Tiefe derselben geringer als in den

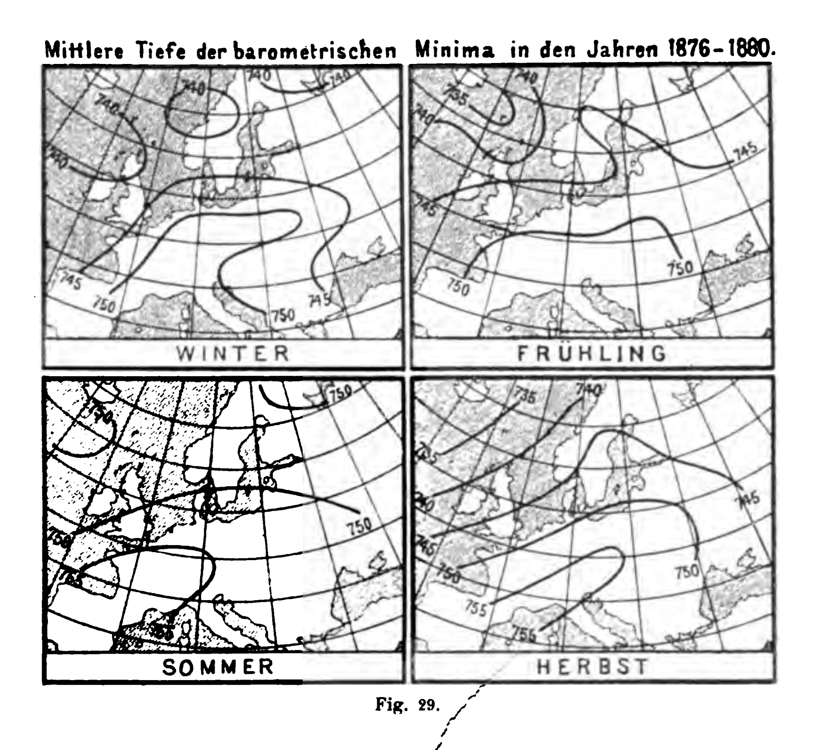


Fig. 29.

Gebieten östlich davon, wo die Depressionen viel seltener auftreten. Ebenso sind in der Umgebung Italiens die Minima in der kalten Jahreszeit am häufigsten, ohne dass sich dies in der mittleren Tiefe ausspricht.

Nach den Untersuchungen von Mohn und Hoffmeyer[158]) wird die Bildung der barometrischen Minima durch das verschiedene Verhalten von Land und Meer bedingt. Im Winter steigt über dem Meere der warme dampfreiche Luftstrom aufwärts, in der Höhe kehrt sich der Gradient um und hier fliesst die Luft nach denjenigen

Gegenden ab, welche kälter sind. Dieser Abfluss erfolgt um so leichter und rascher, je grösser die Temperaturverschiedenheiten zwischen den Gegenden des auf- und niedersteigenden Luftstromes sind. An der Stelle, wo der Luftstrom aufsteigt, wird auf diese Weise ein Luftdruckminimum entstehen, dessen Tiefe um so beträchtlicher ausfallen muss, je lebhafter die Luftabfuhr durch den aufsteigenden Luftstrom erfolgt. Die Bedingungen zur Bildung der Minima sind, wie Hoffmeyer nachgewiesen hat, im Winter über der Nord- und Ostsee, über dem schwarzen und kaspischen Meere, sowie über dem westlichen Mittelmeere vorhanden, insbesondere aber zeigen sich dieselben über dem im Winter stets offenen Meere nordwestlich von den britischen Inseln zwischen den kälteren Continenten Nordwesteuropas und Ostgrönlands, wo die Minima eine grosse Neigung haben, sich zu einer bedeutenden Tiefe zu entwickeln.

Die eben besprochenen Verhältnisse treten in der kälteren Jahreszeit durchaus in den Vordergrund und es zeigen die Curven grosse Aehnlichkeit mit denjenigen, welche die mittlere Vertheilung des Luftdruckes für diese Jahreszeit darstellen, aber auch im Sommer sind sie, wenn auch schwächer, vorhanden. Im Sommer erhält die erhitzte Luft über den Continenten einen mächtigen Auftrieb, während über dem Meere die kältere Luft liegt. Daher sollte man erwarten, dass im Sommer sich die Verhältnisse umkehren müssten, so dass die grösste Tiefe der Minima auf dem Continente zu suchen wäre. Im Gegentheil ist aber im Sommer die mittlere Tiefe der Minima auf dem Continente viel geringer, als in der kältesten Jahreszeit.

Die Erklärung dieser anscheinend auffallenden Erscheinung ist nach Mohn wahrscheinlich in dem Umstande zu suchen, dass über dem Meere keine nächtliche Ausstrahlung existirt, die mit derjenigen der Continente im Winter an Stärke verglichen werden kann. Setzen wir noch hinzu, dass im Sommer über dem stark erwärmten Meere die Luft mit Wasserdampf stets fast gesättigt ist und dadurch grössere Neigung zum Aufsteigen erhält, so ist klar, dass die Bedingungen zur Bildung barometrischer Maxima im Sommer über dem Meere nur gering vorhanden sind, und hierdurch wird der Abfluss der über dem Continente aufgestiegenen Luft, welcher ja zur Bildung und Entwickelung der Minima nothwendig ist, verhindert oder doch wenigstens erschwert.

Unsere Karte weist nach, dass die mittlere Tiefe der Minima vom Nordwesten der britischen Inseln nach Südost hin ziemlich

rasch successive abnimmt, indessen wird im westlichen Theile des Mittelmeeres dieses Abhängigkeitsverhältniss zwischen Tiefe und geogr. Breite compensirt. Dies gilt für alle Jahreszeiten, nur im Winter ist die mittlere Tiefe der Minima über dem Meere zwischen Corsica, Sardinien, Frankreich, Spanien ziemlich erheblich geringer, als diejenige über dem Binnenlande Frankreichs. Diese letztere Thatsache würden wir durch die Druckvertheilung im Winter auf Grundlage der Buchan'schen Isobarenkarte für Januar erklären können, wonach eine Zone hohen Luftdrucks (über 765^{mm}) von Nordamerika ostwärts quer über den atlantischen Ocean verläuft und sich über das westliche Mittelmeer bis nach Norditalien ausbreitet, allein Wojeikof u. A. weisen über jenem Meerestheile ein entschiedenes Minimum im Winter nach. In der That ist jene Gegend von Depressionen im Winter am stärksten frequentirt, so dass hiedurch der mittlere Barometerstand herabgedrückt wird, jedoch sind es nur flache Depressionen, welche daselbst zu dieser Jahreszeit meist nur eine kurze Existenz zu haben scheinen, so dass trotz des tieferen mittleren Luftdrucks die mittlere Tiefe der Minima doch nur gering ist.

Auffallend erscheint es, dass die mittlere Tiefe der barometrischen Minima, von Centraleuropa ausgehend, nach Ost und Nordost hin rasch zunimmt. Diese Thatsache ist um so auffallender, als diese Zunahme am allermeisten in der kälteren Jahreszeit, insbesondere im Winter und Herbst, und am allerwenigsten in der warmen Jahreszeit hervortritt. Denn im Winter lagert über dem asiatischen Continente ein hohes Luftdruckmaximum, im Sommer dagegen nimmt der Luftdruck nach Osten hin ganz beträchtlich ab. Aber im Winter ist die Strecke, welche von Finnmarken südostwärts nach dem Innern Russlands verläuft, sowie diejenige, welche, von Schottland ausgehend, ostwärts nach dem Innern Russlands hinführt, von Cyclonen sehr stark besucht, und wenn auch diese beim Betreten der russischen Binnenländer rasch an Tiefe abnehmen, so ist letztere doch immer noch erheblich, und grösser, als diejenige der Cyclonen über Europa. Andererseits ist das Gebiet zwischen der Adria und den Nordufern des schwarzen Meeres im Winter (und Herbst) ziemlich häufig von Cyclonen frequentirt, und diese zeigen eine Tendenz, mit Annäherung an das schwarze Meer an Tiefe zuzunehmen. —

Die grösste Tiefe der Minima ist in nachstehenden Kärtchen für die Jahreszeiten anschaulich dargestellt (Morgenpositionen).

Schon der Umstand, dass diese Darstellung in einfachen Curven geschehen kann, weist auf die Thatsache hin, dass wir es hier mit typischen Erscheinungen zu thun haben. Im Grossen und Ganzen tritt uns hier dasselbe Bild entgegen, wie bei der Darstellung der mittleren Tiefen. Auch hier treffen wir die extremsten Tiefen der Minima im Nordwesten der britischen Inseln, die geringsten in Südcentraleuropa und Südfrankreich; auch hier nimmt östlich und nordöstlich von Centraleuropa die grösste Tiefe zu, und

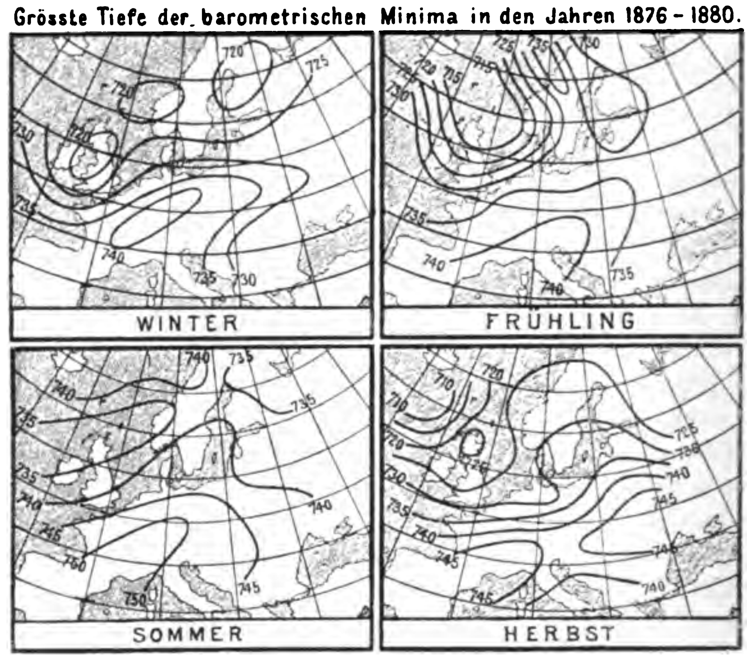


Fig. 30.

wird der Einfluss der Breite über dem westlichen Mittelmeer compensirt. Die grösste Tiefe der barometrischen Minima entfällt auf den Nordwesten Europas, wo am 12. November 1877 auf dem Ocean, westlich von Schottland, ein Minimum erschien, dessen Tiefe mindestens 709^{mm} betrug. Ueber der Nordsee kommen sehr beträchtliche Tiefen vor und auch über dem mittleren und nördlichen Ostseegebiete können noch bedeutende Tiefen sich zeigen, dagegen in der Alpengegend sinkt der Barometerstand in den Depressionen selten unter 740^{mm}.

In Bezug auf die tiefsten beobachteten Barometerstände vergleiche oben, Seite 182.

Es sei hier beiläufig ausdrücklich bemerkt, dass die Intensität der Minima nicht allein von ihrer Tiefe abhängt, sondern auch bedingt wird von der Luftdruckvertheilung in der Nachbarschaft, so dass diejenigen Minima die intensivsten sind, bei denen der Luftdruck am raschesten nach aussen hin zunimmt oder die Gradienten am steilsten sind. In weitaus den meisten Fällen sind allerdings die tieferen Minima auch die intensiveren.

Für das Gebiet nördlich und westlich von Schottland, für die Nordsee und ganz Deutschland fielen die grössten Tiefen auf den Frühling oder Herbst, für alle übrigen Gebietstheile, auch für Westrussland, auf den Winter, für keine Gegend auf den Sommer, und hierin sprechen sich einerseits der ruhige Witterungscharakter in der wärmeren Jahreszeit, der nur zeitweise durch Gewittererscheinungen unterbrochen wird, andererseits die häufigen Stürme in der kälteren Jahreszeit aus.

Da die tiefsten Depressionen hauptsächlich über Nordeuropa, insbesondere über dem nordwestlichen auftreten, so ist offenbar, dass für unsere Gegenden stürmische Luftbewegung am allerhäufigsten aus südwestlicher bis nordwestlicher Richtung erfolgt. —

Veränderlichkeit der Minima. Die Summen und Mittel der Aenderungen der Tiefe der barometrischen Depressionen, bezogen auf zwei aufeinanderfolgende Morgenpositionen, sind in den „Wissenschaftlichen Ergebnissen aus den monatlichen Uebersichten der Witterung für die Jahrgänge 1876 und 1877“ dargestellt. Um diesen Gegenstand genauer studiren zu können, schien es mir zweckentsprechend, bei Ausdehnung des Materials auf volle 5 Jahre, auf die einzelnen Gebietstheile Rücksicht zu nehmen und für die verschiedenen Jahreszeiten die Veränderlichkeit der Minima in den einzelnen Feldern zu berechnen. Obgleich 5 Jahrgänge nicht genügen dürften, auch nur annähernd normale Mittel zu erhalten, so geben diese Mittel doch ein ziemlich gutes Bild über diese Verhältnisse, welches sich im Laufe der Zeit, bei Anwendung eines grösseren Materials, immer deutlicher gestalten wird.

Die mittlere Veränderlichkeit der barometrischen Minima, welche in den nachstehenden Kärtchen veranschaulicht ist, ohne Rücksicht auf das Vorzeichen, ist im maritimen Europa im Allgemeinen grösser, als im continentalen. Dabei zeigen die verschiedenen Jahreszeiten ziemlich starke Abweichungen. Nur im mediterranen Gebiete bleibt

sich die mittlere Veränderlichkeit zu allen Jahreszeiten ziemlich gleich, dagegen zeigt sich für das übrige Westeuropa ein entschiedener Gegensatz in der kälteren und wärmeren Jahreszeit. Im Winter ist die Veränderlichkeit der Minima über Nordwesteuropa am grössten, auch Nordosteuropa und Nordcentraleuropa betheiligen sich daran, im Frühjahr und Herbst wird die Veränderlichkeit in den beiden letzteren Gebietstheilen geringer und im Sommer kehren sich die Verhältnisse fast total um, indem jetzt die geringste Veränderlichkeit im hohen Nordwesten, die grösste im Südosten sich

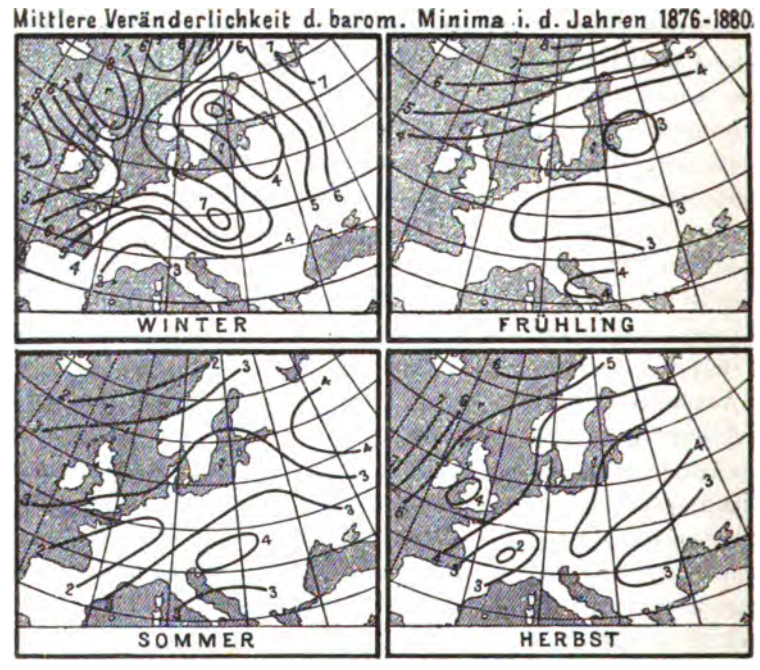


Fig. 31.

zeigt. Merkwürdiger Weise durchzieht im Sommer ein Streifen geringer Veränderlichkeit Frankreich, Norddeutschland und die russischen Ostseeprovinzen.

Ueberhaupt ist die Veränderlichkeit im Winter erheblich grösser, als im Sommer und hiemit stimmt wieder die Thatsache, dass in der wärmeren Jahreszeit die Luftdruckvertheilung und die Geschwindigkeit der Luftbewegung geringeren Schwankungen ausgesetzt sind, als in der kälteren.

In den Kärtchen beziehen sich die Mittel auf die Aenderungen

des Barometerstandes in der Zeit von einer Morgenposition des Minimums bis zur nächstfolgenden Morgenposition.

Im Allgemeinen nimmt die Tiefe der Minima mit Annäherung an die europäischen Küsten ab, auch das Nordsee- und südliche Ostseegebiet zeigen entschieden diese Tendenz. Dies gilt für alle Jahreszeiten, insbesondere für den Winter, und diesem Umstande haben wir es zu danken, dass die Gewalt der vom Westen her kommenden Stürme schon über den britischen Inseln oder der Nordsee gebrochen wird.

Von besonderem Interesse ist das Resultat meiner Untersuchung des Einflusses derjenigen Minima auf die Witterung an unserer Küste, welche in dem Gebiete der britischen Inseln zuerst sich zeigten. In den Monaten von September bis Februar inclusive des Zeitraumes 1876—80 erschienen daselbst ca. 154 Minima (Herbst 79, Winter 75); stürmische Winde auf den britischen Inseln erzeugten 102 (65%, Herbst 65%, Winter 66%), davon auch an der deutschen Küste 50 (32%, Herbst 33%, Winter 32%); 8 (5%, Herbst 5%, Winter 5%) unter diesen waren auf den britischen Inseln und an der deutschen Küste gleichzeitig stürmisch, überraschten also unsere Küste mit stürmischer Witterung. Nur 14 Minima (9%, Herbst 8%, Winter 9%) waren über den britischen Inseln nicht stürmisch, dagegen für unsere Küsten Sturmcentra. Die noch übrigen 38 Minima 25%, Herbst 28%, Winter 21%) verursachten weder über den britischen Inseln noch an der deutschen Küste stürmische Luftbewegung. Die frühere Ansicht, wonach weitaus die meisten Minima, welche über den britischen Inseln stürmisch auftreten, diesen Charakter auch für unsere Küste behalten sollen, ist also zweifellos unrichtig, vielmehr haben die Stürme, die von Westen kommen, im Allgemeinen die entschiedene Tendenz bei Annäherung an unsere Küste an Stärke nachzulassen. Dagegen existirt an der Küste von Finnmarken eine entschiedene Neigung der Minima sich zu vertiefen, ausser im Frühjahre, in welcher Jahreszeit dieser Gebietstheil auch seltener von Depressionen besucht wird.

Haben die Minima das Festland südlich der Nord- und Ostsee einmal betreten, so nimmt im Sommer bei weiterem Fortschreiten in der Regel die Tiefe zu, und erstreckt sich diese Tendenz auch über das mediterrane Gebiet, Westrussland, Finnland und Nordskandinavien, eine Erscheinung, die jedenfalls mit der starken Erwärmung des europäischen Continentes im Sommer zusammenhängt. Im Herbst und ganz besonders im Winter zeigt sich eine entschie-

dene Neigung der Depressionen zur Verflachung in dem Gebiete östlich der Ostsee, denn jetzt ist ja der osteuropäische Continent viel kälter als der ganze Westen.

Die Häufigkeit des Entstehens und Verschwindens der Cyclonen für die einzelnen Gebietstheile und die jährliche Periode habe ich für den Zeitraum von 5 Jahren kartographisch dargestellt [159]), allein diese Darstellung ergab kein entschiedenes Resultat. Indessen erscheint eine weitere Untersuchung dieses Gegenstandes von nicht geringer Bedeutung für die ausübende Witterungskunde zu sein.

h) Fortpflanzung der barometrischen Minima.

α) Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Minima.

Es ist eine bereits allbekannte Thatsache, dass die Geschwindigkeit der barometrischen Minima ausserordentlich grossen Schwankungen unterworfen ist: manchmal erscheinen dieselben fast stationär, manchmal schreiten sie mit Sturmesgeschwindigkeit weiter. In nachstehender Tabelle wurden die mittleren Geschwindigkeiten der Minima nach den einzelnen Jahrgängen und Monaten übersichtlich zusammengestellt. Die Weglängen, welche in Myriametern ausgedrückt sind, beziehen sich auf je zwei aufeinanderfolgende Morgenpositionen, wobei die Bahnkrümmungen möglichst berücksichtigt wurden. In der zweiten nachstehenden Tabelle ist die Anzahl dieser Weglängen in den einzelnen Monaten und Jahren angegeben, welche bei der ersten Tabelle in Rechnung gezogen wurden — Angaben, welche für die Beurtheilung der Bedeutung der Mittelwerthe unerlässlich sind.

Die Monatsmittel der einzelnen Jahrgänge zeigen erhebliche Schwankungen und auch die Mittel für die Jahreszeiten weichen noch beträchtlich von einander ab, so dass sich hierin die grosse Veränderlichkeit in der Geschwindigkeit der Minima ausspricht. Dagegen geben die einzelnen Jahresmittel ziemlich constante Werthe, welche hiernach nur innerhalb naheliegender Grenzen zu schwanken scheinen. Die mittlere Geschwindigkeit der 1676 Minima, welche sich in diesem Lustrum über Westeuropa zeigten, betrug 64,2 Myriameter in 24 Stunden (oder 27^{km} pro Stunde = $7{,}4^{m}$ pro Secunde), eine Geschwindigkeit, welche ungefähr derjenigen eines mässigen Windes entspricht. Die Geschwindigkeit ist im Juli und August

am geringsten, wächst dann rasch bis zum October, in welchem Monate das Maximum eintritt, und nimmt dann in den folgenden Monaten zuerst langsam, dann (im Frühjahre) rasch ab.

Mittlere Geschwindigkeit der Minima in den Jahren 1876—80.

Myriameter in 24 Stunden.

Jahr	Dec.	Januar	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Oct.	Nov.	Winter	Frühl.	Sommer	Herbst	Jahr
1876	66	46	56	65	60	46	58	71	68	61	98	64	56	58	66	72	62,7
77	71	81	68	77	63	52	72	49	59	61	65	61	73	61	57	62	62,6
78	68	70	69	73	66	72	57	49	67	66	78	67	69	72	58	69	66,6
79	80	85	74	60	62	50	54	53	35	68	77	73	78	57	47	69	61,7
80	66	58	84	53	68	70	63	56	50	78	71	93	69	65	57	78	67,3
Mittel	69,3	67,3	69,4	67,6	62,6	56,9	60,9	54,9	54,2	66,7	73,2	72,0	68,7	62,0	56,3	70,6	64,2

Anzahl der in Rechnung gezogenen Fälle.

Jahr	Dec.	Januar	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Oct.	Nov.	Winter	Frühl.	Sommer	Herbst	Jahr
1876	22	20	36	31	21	29	17	20	17	25	19	27	78	81	54	71	284
77	29	23	24	34	47	51	19	45	40	45	34	20	76	132	104	99	411
78	17	27	10	29	12	21	17	25	24	18	14	31	54	62	66	63	245
79	22	14	25	20	37	37	28	26	28	21	23	27	61	93	82	71	307
80	50	22	26	18	29	33	45	40	44	37	57	28	98	80	129	122	429
Summe	140	106	121	132	153	163	126	156	153	146	147	133	367	448	435	426	1676

Für die Vereinigten Staaten erhielt Loomis nach seinen neuesten Untersuchungen [160]) aus den Wetterkarten des Signal Service für den Zeitraum 1872—84 (Myriameter in 24 St.):

Dec.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Jahr
129	130	133	121	106	98	94	95	87	95	107	115	111

Ebenso fand Loomis aus dem Internationalen Bulletin des Signal Service für den Zeitraum von 1879—82 für die mittleren Breiten des nordatlantischen Oceans*):

Dec.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Jahr
71	67	76	76	75	64	68	61	63	66	72	77	70

Die mittlere Geschwindigkeit ist also in den Vereinigten Staaten bedeutend grösser als in Europa, etwas weniger als doppelt so gross, auf dem mittleren nordatlantischen Ocean ist sie grösser als in Europa, kleiner als in Nordamerika; so dass also die mittlere Geschwindigkeit von Nordamerika ostwärts über den Ocean hinaus nach Europa abnimmt. Hiernach ist also die Ansicht, dass die Cyclonen, welche den nordatlantischen Ocean durchziehen, eine geringere Geschwindigkeit hätten, als diejenigen auf dem nordamerikanischen und dem

*) Früher hatte Loomis aus dem Atlas des Mouv. gén. de l'atmosph. (1864, II. Semester und 1865, 134 Fälle) erhalten 78 Myriameter und nach den Hoffmeyer'schen Karten (49 Fälle) 74 Myriameter in 24 Stunden.

europäischen Continente, unrichtig. Vielleicht dürfte dieses Verhalten dadurch zu erklären sein, dass die Winde auf der Vorderseite der Cyclonen auf dem amerikanischen Continente grossentheils Seewinde, in Europa Landwinde sind, während auf dem Ocean die Verhältnisse auf allen Seiten der Cyclonen nahezu dieselben sind.

Die Aenderung der Geschwindigkeit der Cyclonen ist auf den drei in Betracht fallenden Gebieten nicht unähnlich. In Nordamerika und in Europa fällt das Minimum der Geschwindigkeit auf den August, über dem atlantischen Ocean auf den Juli. In Amerika fällt das Hauptmaximum im Februar zusammen mit einem secundären Maximum in den übrigen Gebieten, während hier das Hauptmaximum erst im October (Europa) und November (atlantischer Ocean) stattfindet. Diese unverkennbare Uebereinstimmung auf dem grossen Gebiete zwischen dem Felsengebirge und dem Ural giebt einen wichtigen Fingerzeig dafür, dass ganz allgemeine Ursachen den Bewegungen der Minima zu Grunde liegen.

Um die Grösse der Schwankung in der Geschwindigkeit überhaupt und in der jährlichen Periode übersehen zu können, ordnete ich alle Weglängen in den einzelnen Monaten nach Gruppen von 10 zu 10 Myriametern Geschwindigkeit und erhielt folgende Zusammenstellung:

Häufigkeit der verschiedenen Weglängen (Myriameter in 24 Stunden).

Weglänge.	Dec.	Januar	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Oct.	Nov.	Winter	Frühl.	Sommer	Herbst	5 Jahre
1—20	8	9	7	8	8	10	9	14	12	11	11	5	24	26	35	27	112
21—30	8	7	14	11	10	26	16	23	16	6	11	12	29	47	55	29	160
31—40	10	10	7	12	18	21	11	20	19	19	7	16	27	51	50	42	170
41—50	12	17	19	18	25	24	18	23	19	18	15	9	48	67	60	42	217
51—60	20	12	18	12	17	21	18	14	15	14	17	19	50	50	47	50	197
61—70	14	13	7	14	26	16	11	19	14	12	15	9	34	56	44	36	170
71—80	17	10	11	6	10	14	8	15	19	10	14	15	38	30	42	39	149
81—90	12	7	12	12	9	8	6	6	9	18	20	12	31	29	21	50	131
91—100	13	6	7	9	9	7	9	11	8	9	7	17	26	25	28	33	112
101—110	7	1	4	7	7	4	5	2	4	2	11	8	12	18	11	21	62
111—120	6	4	2	7	5	3	9	3	5	5	4	5	12	15	17	14	58
121—130	6	1	7	5	3	4	3	1	1	7	4	3	14	12	5	14	45
131—140	4	1	5	3	4	2	2	2	1	2	2	4	10	9	5	8	32
141—150	4	2	3	3	0	0	0	1	0	0	5	7	9	3	1	12	25
über 150	4	8	3	5	0	2	0	1	1	0	5	1	15	7	2	4	30
1—65	65	61	68	68	91	110	78	104	88	75	68	66	194	269	270	209	942
66—100	49	30	34	34	41	37	28	41	43	43	49	48	113	112	112	140	477
über 100	31	17	25	30	19	15	19	10	12	16	31	28	72	64	41	75	252

In der Tabelle sind die Geschwindigkeiten ausgeschieden in solche, welche unter 65 Myriametern (welche Zahl ungefähr dem

Mittel entspricht) liegen, und in solche, welche diesen Werth übertreffen, letztere wiederum in 2 Gruppen von resp. unter und über 100 Myriametern Geschwindigkeit. Auf diese Weise finden wir, dass die Häufigkeit der unter 65 Myriameter langen Bahnstrecken (um etwa 1,3mal) grösser ist, als die derjenigen, welche diesen Werth überschreiten, und dass der dritte Theil aller über dem Mittel liegenden Weglängen grösser ist, als 100 Myriameter. Ueberhaupt verhalten sich die letzten Zahlen der Tabelle nahezu wie 4 : 2 : 1. In den verschiedenen Monaten jedoch zeigen diese Verhältnisse ganz bedeutende Abweichungen: in den Monaten November, December, insbesondere aber im October, überwiegen die über dem Mittel liegenden Bahnstrecken ganz entschieden, in den übrigen Monaten dagegen die kürzeren, insbesondere im Mai und Juli, in welchen Monaten auf 11, resp. auf 10 kürzere Bahnen nur 5 längere kommen. Sehr lange Bahnen, über 150 Myriameter, sind am häufigsten in der kälteren Jahreszeit: auf den Winter allein entfällt die Hälfte, auf den Frühling der vierte und auf den Herbst der fünfte Theil dieser Bahnen.

Mittlere Geschwindigkeit der Minima. Myriameter in 24 Stunden.

1876—1880.

Feld	Dec.	Januar	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Oct.	Nov.	Winter	Frühl.	Somm.	Herbst	Jahr
a	76	44	67	60	63	61	63	—	32	84	60	76	68	62	48	73	63,6
b	65	118	62	57	62	44	98	54	84	55	58	89	70	54	60	67	64,7
c	83	123	103	68	57	64	31	22	68	67	50	74	102	61	54	60	69,8
d	97	90	54	69	61	71	79	46	64	66	74	80	79	65	70	72	69,9
e	108	82	69	126	66	52	42	97	46	60	17	107	86	62	56	73	69,1
f	100	76	77	83	64	63	67	54	29	72	67	86	86	66	48	77	69,7
g	—	76	35	67	30	45	50	68	60	79	103	50	52	43	58	74	54,2
h	76	99	68	68	49	44	66	59	72	75	100	75	77	52	66	83	68,3
i	92	62	48	90	81	62	87	51	55	87	101	79	66	76	65	86	73,8
j	82	46	57	94	69	64	65	88	64	64	142	47	66	73	70	72	70,4
k	60	62	54	80	43	78	49	38	47	—	106	39	58	61	46	52	54,3
l	110	56	69	79	32	41	52	73	51	78	51	—	75	53	63	78	62,5
m	95	62	105	105	50	30	64	36	26	59	83	78	89	63	41	71	64,4
n	57	88	80	60	103	82	40	44	76	53	82	39	72	78	59	60	65,8
o	74	98	56	81	116	66	54	75	61	44	70	67	72	79	64	61	68,1
p	77	60	57	103	62	63	42	51	50	57	81	61	48	77	49	68	57,5
q	49	85	55	57	56	74	66	60	77	57	63	58	58	64	67	60	61,5
r	81	50	79	57	—	72	40	51	92	57	—	71	62	62	58	64	61,9
s	—	63	65	66	—	50	62	55	80	95	70	103	64	61	61	90	70,6
t	90	63	86	64	84	58	74	48	56	55	121	85	82	88	61	84	79,1
u	74	94	77	71	64	51	59	48	95	54	84	89	81	56	55	77	67,1
v	55	104	62	47	45	43	41	44	41	60	42	84	69	45	42	51	50,0
w	—	33	72	32	40	68	46	47	32	57	59	94	52	48	40	64	50,7
x	111	73	112	42	—	—	—	52	69	140	89	50	92	42	58	78	81,9
y	48	67	100	84	50	46	106	69	—	108	78	56	70	65	94	86	76,5
z	106	41	55	65	82	70	46	62	42	57	63	85	72	72	51	68	66,6

Von grösserer Bedeutung für die ausübende Witterungskunde ist die Kenntniss der mittleren Geschwindigkeiten der barometrischen Minima für die einzelnen Gebietstheile Europas, indem wir so Anhaltspunkte gewinnen, zu entscheiden, ob die Depressionen in einer bestimmten Gegend und in einer bestimmten Jahreszeit mehr oder wenig Neigung zeigen, stationär zu werden, oder ihren Ort rasch zu verändern. In umstehender Tabelle sind die mittleren jährlichen Geschwindigkeiten dargestellt. Die zu den einzelnen Feldern (vergl. Fig. 28) gehörigen Zahlen geben die Weglängen in Myriametern an, welche die Minima in den nächstfolgenden 24 Stunden zurücklegten.

Aus umstehender Tabelle geht hervor, dass die mittleren Geschwindigkeiten der Minima sowohl in den einzelnen Gebietstheilen, als auch in den verschiedenen Jahreszeiten bedeutend von einander abweichen. Mit dem allgemeinen Mittel verglichen ist dieselbe im Westen der britischen Inseln, sowie über Finnland, Südschweden und dem westlichen Russland zu gering, über Italien und Umgebung nahezu normal, in allen übrigen Distrikten Westeuropas zu gross. Bemerkenswerth sind die auffallend grossen und fast gleichwerthigen Jahresmittel der Geschwindigkeiten über Frankreich, dem südlichen Nordseegebiete, Deutschland und Oesterreich-Ungarn, und die Abnahme derselben nordostwärts nach dem Ostseegebiete und dem Innern Russlands hin. Sind es zwar meistens nur flache Depressionen, welche durch erstere Gebiete ihren Weg nehmen, so haben diese doch auf die Aenderungen der Witterung einen häufig durchgreifenden Einfluss und sind insbesondere für Bewölkungsverhältnisse und Niederschläge von hervorragender Bedeutung. Dieser Umstand ist der Wirksamkeit der ausübenden Witterungskunde desswegen ungünstig, weil gerade die am wenigsten typischen Erscheinungen bei ihrem raschen Fortschreiten am allermeisten unsere Vermuthungen täuschen. Andererseits erscheint es von der grössten Schwierigkeit, jene kleinere Bildungen bei Aufstellungen von Witterungsaussichten gehörig zu berücksichtigen und den wahrscheinlichen Verlauf derselben mit einiger Sicherheit zu beurtheilen.

Was die geographische Vertheilung der mittleren Geschwindigkeiten in den einzelnen Jahreszeiten betrifft, so soll nur noch hervorgehoben werden, dass die oben erwähnte Tendenz der Minima, im Ostseegebiete stationär zu bleiben, durch alle Jahreszeiten vorhanden ist, nur im Frühjahre und Herbst bietet Südschweden eine

Ausnahme, indem es den Depressionen keine Raststelle mehr gewährt, eine Thatsache, die höchst wahrscheinlich in der gleichmässigeren Vertheilung der Wärme über Land und Meer ihre Ursache hat. Im Nordseegebiete zeigt sich im Allgemeinen keine Tendenz der Minima, stationär zu bleiben. Im Sommer ist die geringere Geschwindigkeit der Minima beim Betreten der europäischen Küsten sehr deutlich ausgeprägt.

Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Minima scheint von verschiedenen Umständen abhängig zu sein, so von der jeweiligen horizontalen und vertikalen Druck- und Temperaturvertheilung und den davon abhängigen Winden an der Erdoberfläche und in der Höhe, von den Feuchtigkeitsverhältnissen über Wasser oder Land, von dem in der Cyclone und ihrer Umgebung sich vollziehenden Regenfall, von der Form der Intensität und den Aenderungen der Cyclonen selbst. Aus einer Vergleichung von 43 Fällen, in welchen die Cyclonen einen grösseren Weg als 161 Myriameter in 24 Stunden zurücklegten und 52 andere, in welchen die Geschwindigkeit geringer war, als 39 Myriameter in 24 Stunden, schliesst Loomis für die Vereinigten Staaten, dass 1) die Windgeschwindigkeit in einer Cyclone keinen sehr bedeutenden Einfluss auf die Grösse der Fortbewegung derselben haben könne; 2) dass die Grösse des Regenfalls nicht die einzige Ursache des raschen Fortschreitens sein kann; 3) dass aber mit der Zunahme der Intensität auch die Geschwindigkeit der Fortbewegung der Cyclonen wächst.

Für Europa wollen wir diese sehr interessante Frage zunächst untersuchen in Bezug auf die Tiefe, auf die Intensität und auf die Aenderung der Tiefe; weiter unten werden wir nochmals auf diesen Gegenstand zurückkommen.

Mittlere Geschwindigkeit der Minima mit Bezug auf ihre Tiefe.

	Tiefe und Geschwindigkeit (Myriameter)							Anzahl der Fälle						
1876—1880	730 u. darunt.	731—735 mm	736—740 mm	741—745 mm	746—750 mm	751—755 mm	über 755 mm	730 u. darunt.	731—735 mm	736—740 mm	741—745 mm	746—750 mm	751—755 mm	über 755 mm
Winter	72	66	81	74	71	71	63	46	30	56	47	67	44	35
Frühlg.	60	68	67	65	66	61	56	27	35	32	69	103	95	31
Sommer	—	46	60	59	59	61	57	0	7	23	58	114	89	54
Herbst	75	68	71	78	70	82	54	25	28	48	76	82	68	48
Jahr	69,3	65,9	72,2	67,6	65,4	67,2	57,1	98	100	159	250	366	296	168

Zuvörderst wollen wir uns mit der Frage beschäftigen, ob tiefe Depressionen eine grössere Fortpflanzungsgeschwindigkeit haben,

als flache. Um hierüber hinreichenden Aufschluss zu erhalten, wurden im Ganzen 1437 Fälle untersucht, indem die Geschwindigkeiten nach der Tiefe der Minima von 5 zu 5mm gruppirt wurden; dadurch gelangte ich zu umstehender Tabelle.

Ein Abhängigkeitsverhältniss zwischen Tiefe und Geschwindigkeit der Minima in den Jahresmitteln zeigt sich, obwohl nur schwach, wenn man die mittleren Werthe für noch grössere Gruppen berechnet: 357 Minima unter 740mm legten im Mittel 69·6, 610 Minima zwischen 740 und 750mm im Mittel 66·3 und 464 Minima über 750mm im Mittel 63·5 Myriameter in 24 Stunden zurück.

Entschiedener gestaltet sich das Abhängigkeitsverhältniss zwischen Geschwindigkeit und Intensität der Minima, wie aus nachstehender Zusammenstellung, bei welcher 426 Fälle in Rechnung kamen, hervorgeht. In dem ersten Theil der Tabelle (a) habe ich die Geschwindigkeiten derjenigen Minima für die einzelnen Monate und Jahreszeiten zusammengestellt, welche in ihrer Umgebung irgendwo stürmische Winde (Stärke 8 der Beaufort'schen Scala) erzeugten.

Mittlere Geschwindigkeit der Minima mit Bezug auf ihre Intensität.

a) Sturmcentren.

1876—1880	Dec.	Januar	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Oct.	Nov.	Winter	Frühl.	Sommer	Herbst	Jahr
Geschwindigkeit . .	76	80	73	78	60	64	76	72	62	57	76	72	76	68	68	70	71,4
Anzahl der Fälle . .	60	40	35	36	27	19	16	15	31	37	58	52	135	82	62	147	426

b) Solche Minima, welche in ihrer Umgebung keine stürmische Winde erzeugten.

1876—1880	Dec.	Januar	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Oct.	Nov.	Winter	Frühl.	Sommer	Herbst	Jahr
Geschwindigkeit . .	64	55	68	64	63	56	59	53	52	70	71	72	64	60	57	71	62,6
Anzahl der Fälle . .	80	66	86	96	126	144	110	141	122	109	89	81	232	366	373	279	1250

Hienach ist die mittlere Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Sturmcentren im Allgemeinen grösser, als diejenige der weniger intensiven Minima, und zwar im Verhältnisse von nahezu 8:7. Die grössten Unterschiede entfallen auf die kältesten Monate December und Januar einerseits, und auf die wärmsten Monate Juni und Juli anderseits, auch im März und August sind die Unterschiede noch bedeutend, die geringsten kommen auf den Herbst, ja im September findet das umgekehrte Verhältniss statt.

Auch steht die Fortpflanzungsgeschwindigkeit mit der Aenderung der Tiefe in einem bestimmten Zusammenhange. Um dies übersehen zu können, ordne ich die Weglängen der Minima nach der Aenderung des Barometerstandes im Centrum von 5 zu 5mm und erhalte folgende Tabelle:

Mittlere Geschwindigkeit der Minima in Bezug auf die Aenderung ihrer Tiefe.

	Aenderung der Tiefe							Anzahl der Fälle						
	Abnahme				Zunahme			Abnahme				Zunahme		
		+	+		−	−			+	+		−	−	
1876—80	über 10	6—10	1—6	± 0	1—5	6—10	über 10 mm	über 10	6—10	1—6	± 0	1—5	6—10	über 10 mm
Winter .	67	70	66	66	71	91	91	24	59	111	23	85	24	9
Frühling	59	59	61	54	68	68	78	13	38	143	42	126	27	6
Sommer .	47	56	55	53	63	66	71	6	15	116	50	121	33	7
Herbst .	47	69	68	66	76	84	78	10	52	130	26	109	41	5
Jahr . .	58,9	65,8	62,5	57,8	69,2	77,0	80,7	53	164	500	141	441	125	27

Nach dieser Zusammenstellung ist in allen Jahreszeiten die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Minima mit zunehmender Tiefe grösser, mit abnehmender Tiefe geringer, und hieraus folgt, dass die Ursachen, welche die weitere Entwickelung der Minima bedingen, auch gleichzeitig eine Beschleunigung der Fortpflanzung hervorrufen. Eigenthümlich ist die geringe Geschwindigkeit der Minima mit unveränderter Tiefe und zwar für alle Jahreszeiten, im Mittel ist sie nahezu derjenigen gleich, welche den rasch sich ausfüllenden Depressionen zukommt.

Diese Resultate sind für den Sturmwarnungsdienst insofern ungünstig, als intensive und rasch sich entwickelnde Depressionen auch am raschesten fortschreiten und so unsere Küsten mitunter mit Sturm überraschen können, ehe noch ein Warnungssignal gehisst werden kann.

β) Fortpflanzungsrichtung der barometrischen Minima.

Die Fortpflanzungsrichtung der Minima bietet gegenwärtig für die ausübende Witterungskunde ein ausserordentlich wichtiges Moment, indem hierdurch die Temperatur, die Niederschlagsverhältnisse, die Bewölkung und überhaupt der Witterungscharakter für ganze Länderstrecken grösstentheils bedingt werden. In neuerer Zeit sind vielfache Versuche gemacht worden, Anzeichen aufzufinden, woran man die Fortpflanzungsrichtung der Cyclonen für die nächste Zeit erkennen könne, allein meistens entbehrten die so erhaltenen Resultate einer sicheren Begründung und erwiesen sich auch bei der Anwendung auf die Praxis nicht stichhaltig. Es erscheint mir daher wichtig, diejenigen Forschungsergebnisse hier anzuführen, welche auf empirischer Grundlage ruhend, der Wirklichkeit am nächsten kommen dürften, und, wie ich des Näheren nachweisen werde, eine brauchbare Handhabe für die Wetterprognose geben.

Bereits im Jahre 1872 stellte Clement Ley die Ergebnisse seiner

Studien über Luftströmungen in 11 Sätze zusammen [161]), welche wir mit Hinweglassung der beiden ersteren, die sich auf die Form der barischen Gebiete und auf die Eintheilung derselben in Cyclonen und Anticyclonen beziehen, hier wiedergeben wollen.

1) „Gebiete niederen Druckes haben die Neigung in aussertropischen Breiten mehr oder weniger schnell ostwärts sich zu bewegen. Gebiete hohen Druckes folgen, wenn sie geringe Ausdehnung haben, gewöhnlich der Bewegung der benachbarten Depressionen; wenn ihre Ausdehnung gross ist, bewegen sie sich viel langsamer und häufig erratisch und sind zuweilen für einen längeren Zeitraum stationär.

2) Die Richtung der Bewegung schwankt in Westeuropa zwischen NNE und SSE und ist primär abhängig von der allgemeinen vorhergehenden Vertheilung der umgebenden Temperaturen, indem jedes Depressionsgebiet die Neigung hat, mit einem Winkel von 45° gegen die niederen Isothermen fortzuschreiten.

Diese Fortpflanzung ist indessen häufig gestört, weil

3) gebirgige Landschaften, sowie grosse Küstenlinien eine anziehende und eine zurückhaltende Wirkung auf die Depression ausüben.

4) Ausgedehnte Gebiete sehr hohen Luftdruckes verzögern, lenken ab oder beschleunigen die Bewegung der Depressionen, indem jede Depression mit der grössten Leichtigkeit in der Richtung wandert, bei welcher sie den höchsten allgemeinen Luftdruck auf der rechten Hand ihrer Bahn hat (in der nördlichen Hemisphäre und umgekehrt in der südlichen).

5) Depressionsgebiete sind sowohl für ihre erste Entwickelung, als ihre fernere Ausdehnung von Niederschlägen abhängig, welche auch das Mittel sind, durch das die unter 2 und 3 angeführten Ursachen wirken. Starke und ausgedehnte Niederschläge gehen stets ihrer ersten Entstehung voraus und begleiten ihre Erweiterung, und deren Aufhören geht dem Zusammenschrumpfen oder der Vertheilung der Depressionen unmittelbar vorher.

6) Dieser Einfluss der Niederschläge, als einer Störungs- und Bewegungsursache, ändert sich gewöhnlich umgekehrt wie die allgemeine Temperatur der Atmosphäre.

7) Die obern Strömungen haben zwar im Allgemeinen die Tendenz, Gebiete hohen Druckes zu ihrer Rechten zu lassen (wobei sie indessen von den ausgedehnteren Drucksystemen abhängen und verhältnissmässig unbeeinflusst von sehr eng begrenzten barischen Gebieten bleiben), sie weichen jedoch erheblich vom Buys-Ballotschen Gesetze ab.

8) Obere Luftströmungen zeigen, in einem grossen Procentsatz aller Fälle, eine entschiedene centrifugale Tendenz über den Gebieten niederen Luftdruckes und eine centripentale über jenen hohen Luftdruckes.

9) Die Axe einer fortschreitenden Depression ist gewöhnlich rückwärts geneigt."

Diese Sätze sind von Köppen [162]) eingehend besprochen worden; zunächst wurden die als irrig anerkannten Sätze 3, 5 und 6 durch folgenden ersetzt:

„Gebirgige Gegenden werden trotz ihres Regenreichthums seltener von Depressionscentren frequentirt, als die umliegenden Flachländer und Meere; überhaupt ist ein Einfluss der Niederschläge zwar nicht ausgeschlossen, aber durchaus noch nicht klargestellt und jedenfalls nur sehr mittelbar vorhanden." (Vgl. oben Seite 214 u. 256.)

Derselben Ansicht scheint sich auch Loomis in seinen letzten Arbeiten zuzuneigen.

Den Ley'schen Sätzen fügt Köppen noch die vier folgenden hinzu, deren ersten er selbst als theilweise hypothetisch hinstellt:

a) „Die Richtung der Luftströme ist in unseren Breiten in der Entfernung von etwa 500 bis 3500^m von der Erdoberfläche durchschnittlich fast parallel den Isobaren der betreffenden Schichte, während sie in der unteren Luftschicht 0—8 Strich nach der Seite des niederen Druckes und in der Schicht von 3500 bis 9000^m um 0—2 Strich nach jener des höheren Luftdruckes von der Isobare der betreffenden Schicht abweicht.

b) Weil der Druck in warmer Luft langsamer mit der Höhe abnimmt, als in kalter, so ändern sich nach aufwärts die Gradienten — abgesehen von ihrer Proportionalität mit dem Luftdrucke — in der Weise, dass ein Ueberdruck auf Seite der wärmeren Luftsäulen entsteht.

c) Die Fortpflanzung der Depressionen geschieht annähernd in der Richtung der nach ihrer Gesammtenergie überwiegenden Luftströmung in denselben und auf ihrer Bahn. Hierin liegt der Ursprung des Satzes 4.

d) Da die Bewegungsverhältnisse in verschiedenen Höhen des Wirbels verschieden sind, so ist für die Fortpflanzung des Wirbels nicht der Bewegungszustand der untersten Schicht, sondern jener der Gesammtheit der Schichten massgebend; für den letzteren kann, da die Aenderungen mit der Höhe continuirlich sind, im Allgemeinen der Bewegungszustand einer gewissen mittleren Schicht eingesetzt werden, deren Höhe noch zu bestimmen ist. Im Obigen ist nach These b der Grund für den Satz 2 gegeben."

Die oben angeführten Regeln über die Fortpflanzung der Minima bedürfen aber noch der Bestätigung durch wirkliche Thatbestände, wie sie sich aus den täglichen Wetterkarten ergeben.

Um eine derartige Untersuchung mit Erfolg durchzuführen, erscheint es zweckmässig, die Minima nach ihrer Fortpflanzungsrichtung zu gruppiren und jede einzelne Gruppe für sich in Bezug auf die Vertheilung der einzelnen Elemente, namentlich des Luftdruckes und der Temperatur zu betrachten. Ein brauchbares Eintheilungsprincip bietet der Umstand, dass die Minima bei ihrer Fortbewegung mit Vorliebe gewisse Wege oder Strassen verfolgen, welche von der Jahreszeit, von der Vertheilung von Wasser und Land, vom orographischen Relief, vielleicht auch von noch anderen Verhältnissen abhängen. Diese Bahnen oder Zugstrassen wollen wir nun etwas eingehender besprechen und zwar mit besonderer Berücksichtigung Europas.

γ) Zugstrassen der Minima im Allgemeinen[163]).

Schon im Jahre 1874 veröffentlichte der Lieutenant Jakson[164]) für die Vereinigten Staaten östlich vom Felsengebirge und Canada Karten, welche die mittleren Zugstrassen der Minima aus dreijährigen Beobachtungen darstellten. Dasselbe Verfahren wandte im Jahre 1878 Köppen an zur Bestimmung der mittleren Zugstrassen in Europa für das Jahr und die einzelnen Monate. Andere Arbeiten nach dieser Richtung hin, die sich auf den nordatlantischen Ocean beziehen, wurden nach verschiedener Methode ungefähr zu derselben Zeit veröffentlicht von Loomis und Hegemann, später auch von Hoffmeyer, welch' letzterer hauptsächlich diejenigen Minima in Betracht zog, welche von Amerika kommend, den atlantischen Ocean durchschritten und nach Europa gelangten. Im Jahre 1881 wurden von Köppen die mittleren Zugstrassen auf dem Gebiete zwischen dem Felsengebirge und dem Ural festgelegt.

Eine kartographische Darstellung der Häufigkeit und der Bewegungsrichtung der Minima in Europa, welche ich für die 4 Jahreszeiten und den Zeitraum von 1876 bis 1880 bearbeitete und in der „monatlichen Uebersicht der Witterung“ für 1880 veröffentlichte, stimmt dem Wesen nach überein mit der Darstellung von Köppen (vgl. die untenstehende Figur 32).

„In Amerika, bemerkt Köppen, tritt uns das Bild der Zugstrassen in grossen und einfachen Zügen entgegen: eine Strasse,

die über die oberen Seen und Canada in gerader östlicher Richtung nach Neubraunschweig führt, dominirt vollkommen und zeigt eine Frequenz der Minima, welche das $2\frac{1}{2}$- bis 3fache von jener der frequentesten übrigen Zugstrassen der Karte beträgt. Auf dieser Strecke bewegen sich die im Allgemeinen nicht sehr tiefen Minima mit einer doppelt so grossen durchschnittlichen Geschwindigkeit, als sie in Europa einhalten, und von einander getrennt durch ebenso fortschreitende Maxima, so dass der mittlere Luftdruck auf dieser Zugstrasse trotz ihrer Frequenz höher ist, als weiter im Norden.

Ganz anders in Europa, wo keine einzige Zugstrasse ein nur entfernt ähnliches Uebergewicht zeigt, sondern eine Anzahl verschiedener Wege einander ziemlich gleichwerthig gegenüberstehen, welche zusammen ein complicirtes Netz bilden. Ein ähnlich complicirtes Netz zeigt sich indessen auch schon über dem Ocean. Sieht man von der einen nordwestwärts gerichteten Strasse im Nordwesttheile des Oceans ab, so verlaufen die Fäden jenes Netzes in Nordamerika nach ESE bis NE, über dem Ocean nach ESE bis N, über Europa von SE bis N. Höchst bemerkenswerth sind die Knoten des Netzes, die Convergenz- und Strahlungspunkte der barometrischen Minima, besonders da eine nähere Untersuchung zeigt, dass in der Gegend derselben die Minima länger zu verweilen pflegen und häufig sogar retrograde, d. h. westwärts gerichtete Bewegungen auf kurze Zeit annehmen. Diese Gegenden sind es auch, welche am häufigsten die Ausbildung stationärer Depressionen und Theilminima zeigen. Alle diese Umstände wirken natürlich dahin, dass die Wahrscheinlichkeit, ein barometrisches Minimum an einem Tage anzutreffen, in der Nähe dieser Strahlungspunkte viel grösser ist, als in der Umgebung."

Diese Strahlungsgebiete scheidet Köppen nach der Häufigkeit der Minima in solche erster und zweiter Ordnung. Von den Strahlungsgebieten erster Ordnung liegen 3 in der subarctischen und 3 in der gemässigten Zone, und zwar die 3 ersteren in der Davisstrasse, südwestlich von Island, und bei den Lofoten, die 3 letzteren bei Neubraunschweig, auf der Mitte des Oceans an der Nordgrenze des Warmwasserstroms, über dem Skagerrak und den südschwedischen Seen. Die 3 ersteren fallen nahezu zusammen mit den von Hoffmeyer nachgewiesenen 3 Depressionsgebieten im Winter, die, wie wir unten noch eingehend zeigen werden, auf den vorwaltenden Witterungscharakter dieser Jahreszeit einen entschiedenen Einfluss haben. Die Cyclonen, welche diesen Gruppen angehören, sind meist tief und umfangreich, dagegen diejenigen,

welche den südlicheren Strahlungsgebieten angehören, sind weniger tief und von geringem Umfange. Wichtig für das Verhalten der Stürme an der deutschen Küste ist das Strahlungsgebiet am Skagerrak und über den südschwedischen Seen.

Strahlungsgebiete zweiter Ordnung befinden sich in Europa: nördlich von Schottland, am Eingange des finnischen Busens, vor dem Eingange des Georgscanals und in der Umgebung von Corsica.

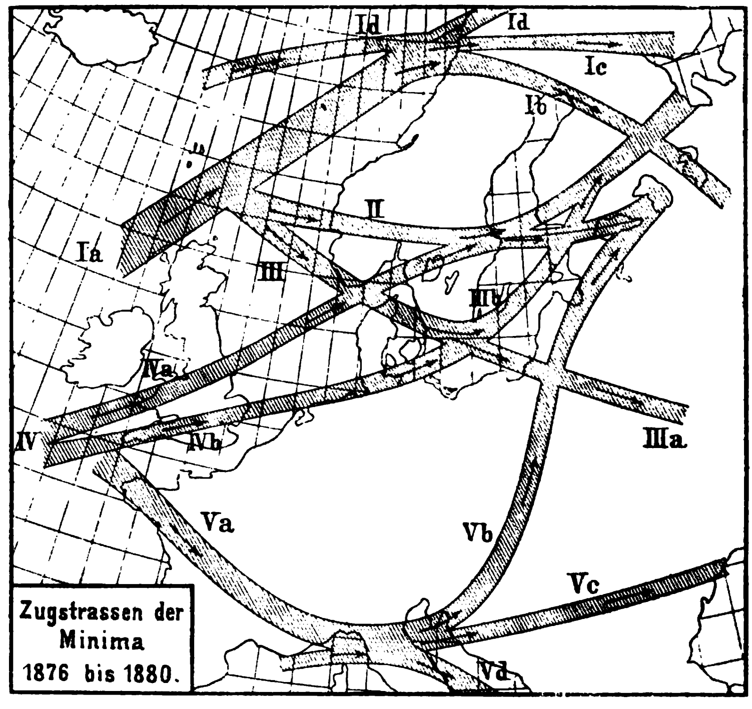


Fig. 32.

Betrachten wir jetzt die Zugstrassen speciell in Bezug auf Europa, und nehmen wir die Umgebung der britischen Inseln, wohin eine grosse Anzahl Minima theils aus niederen Breiten, theils aus dem westwärts liegenden Theil des Oceans, theils von Grönland und Island kommt, so lassen sich folgende Hauptzugstrassen unterscheiden.

Zugstrasse I. Diese Zugstrasse beginnt im Nordwesten der britischen Inseln, zieht sich der norwegischen Küste entlang nordostwärts über den Polarkreis hinaus nach Finnmarken und theilt sich dann in 3 Zugstrassen, von denen die eine nordwärts zum

Eismeere (Ia), die zweite (Ic), häufiger frequentirte, zum weissen Meere und die dritte (Ib) südostwärts nach dem Innern Russlands führt. Diese Strasse nimmt im hohen Norden noch diejenigen Minima auf, welche hauptsächlich von Island und Umgebung kommen. Die Zugstrasse I ist im Frühjahre wenig, in allen anderen Jahreszeiten dagegen häufig frequentirt. Wie wir noch unten zeigen werden, ist diese Zugstrasse für den vorherrschenden Witterungscharakter in unseren Gegenden von der grössten Bedeutung.

Zugstrassen II, III und IV. Von der Umgebung der britischen Inseln führen weiter 3 Zugstrassen quer über das Nordseegebiet, Südskandinavien, die mittlere und südliche Ostsee hauptsächlich nach Finnland und den russischen Ostseeprovinzen. Die aus dem Meere nördlich und östlich von Schottland kommenden Minima bewegen sich theils nach Ost (II), theils nach Südost (III), die vor dem Canal zuerst erscheinenden hauptsächlich der Küste entlang in ostnordöstlicher Richtung (IV) theils über die Helgoländer Bucht (IVb), theils über den Skagerrak (IVa) hinaus nach Finnland.

Die Convergenzstellen dieser Bahnen liegen über Südskandinavien, nur im Frühjahr etwas östlicher über der mittleren Ostsee.

Diese Zugstrassen sind in allen Jahreszeiten vertreten, nur im Frühjahre und im Sommer ist die südöstliche Richtung seltener.

Zugstrassen Va und Vb. Eine andere Zugstrasse, welche im Frühjahre stark frequentirt, jedoch auch im Winter und Herbst nicht selten eingeschlagen wird, dagegen im Sommer fast ganz fehlt, führt vom Südwesten der britischen Inseln südostwärts über Frankreich nach dem Mittelmeerbecken hin (Va). Hier vereinigt sie sich mit einer Zugstrasse, welche aus dem westlichen Theile des Mittelmeeres kommt und verläuft dann theils ostwärts zum schwarzen Meere (Vc), theils südostwärts an der Ostküste Italiens entlang (Va), theils, wie es im Frühjahre am häufigsten vorkommt, nordost- und nordwärts nach der Gegend des finnischen Busens (V b). Die erstere und letztere Zugstrasse (Va und V b) sind für unsere Gegenden die wichtigsten.

Im Allgemeinen sei noch bemerkt, dass die Minima mit Vorliebe die Küstenlinien verfolgen (norwegische, nordfranzösische und deutsche Küste). Irrthümlich erscheint die Ansicht, dass Gebirge die Cyclonen anziehen.

i) Typische Witterungserscheinungen[165].

Die Kenntniss der Zugstrassen, ihrer Frequenz in der jährlichen Periode, des Verhaltens der Cyclonen auf denselben ist für die ausübende Witterungskunde von der hervorragendsten Bedeutung. An einer Reihe von Beispielen hat Hoffmeyer[166]) zweifellos nachgewiesen, dass die Witterungserscheinungen im Winter in Nordeuropa abhängen von der vorherrschenden Luftdruckvertheilung auf dem nordatlantischen Ocean und hiermit war gleichzeitig wiederholt der Beweis geliefert, dass es zum Verständnisse der Witterungsphänomene in einer bestimmten Gegend nicht genügt, einfach Beobachtungen auf eng begrenztem Gebiete, und mögen sie auch noch so ausgedehnt, zuverlässig und sorgfältig angestellt sein, in Betracht zu ziehen, sondern dass die Einzelerscheinungen nur dann verstanden und richtig gedeutet werden können, wenn wir sie in Zusammenhang bringen mit den grossen atmosphärischen Bewegungen, indem wir so zu sagen vom erhöhten Standpunkte alle thätigen Kräfte und ihre Wirkungen im Ganzen und im Einzelnen übersehen. Diese wichtigen Untersuchungen Hoffmeyer's wurden noch erheblich ergänzt durch Einführung des grossen barometrischen Maximums der Rossbreiten und desjenigen Asiens in den Kreis der Betrachtung durch Teisserenc de Bort[167]), welche in Wechselwirkung mit dem nordatlantischen Minimum, durch ihre verschiedenen Lagen und Verschiebungen den vorherrschenden Charakter der Witterung Europas beherrschen, so dass die Resultate Hoffmeyer's auch für Mitteleuropa verallgemeinert wurden.

Nach diesen Untersuchungen, die wir unten noch eingehend zu besprechen haben, ist durch die vorherrschende Luftdruckvertheilung auch der vorwaltende Witterungscharakter bestimmt, und hiermit sind somit die ersten Anhaltspunkte einer Wetterprognose auf längere Zeit voraus gegeben. Dabei wird es sich zuvörderst darum handeln, Gesetzmässigkeiten für die Beharrlichkeit und Veränderlichkeit der Druckvertheilung oder eine Periodicität derselben nachzuweisen; dann wäre eine feste Grundlage geschaffen, welche in der Praxis eine lohnende Anwendbarkeit jedenfalls haben würde. Ist nun auch die allgemeine Wetterlage durch die Luftdruckvertheilung auf grösserem Gebiete gegeben, so folgt daraus allerdings der vorherrschende Witterungscharakter für grössere Gebietstheile im Allgemeinen, allein es kommt noch eine Reihe anderer secun-

därer Erscheinungen in Betracht, welche diesen allgemeinen Wettercharakter für ganze Länderstriche bedeutend alteriren, ja umkehren können. Vor Allem sind es die Depressionen, mögen sie selbstständig oder als Theilgebilde anderer grosser cyclonaler Systeme auftreten, ihre Bewegungen und Umwandlungen, welche die ausserordentliche Mannigfaltigkeit in den Witterungsphänomenen bedingen, unter deren Einfluss die Temperatur, Niederschlagsverhältnisse, Bewölkung, überhaupt die meteorologischen Elemente, trotz des im Allgemeinen vorwaltenden bestimmten Witterungscharakters, für die einzelnen Gegenden so beträchtliche Schwankungen zeigen.

Von diesen eben entwickelten Gesichtspunkten aus erscheint das Studium der Cyclonen für die Entwickelung der ausübenden Witterungskunde interessant und erfolgreich zu sein und auf diese Weise erscheint Aussicht vorhanden, das Problem einer angenähert sichern Vorausbestimmung des Wetters auf kürzere oder längere Zeit voraus, der Lösung näher zu bringen.

Um nun die Untersuchung über den Einfluss der Cyclonen auf die Witterungszustände in einzelnen Gegenden und ihre Anderungen nach einheitlichen Grundsätzen durchzuführen und hieraus eine für die Praxis verwerthbare Regel, aus der jeweiligen Wetterlage und ihrer Aenderungstendenz die nächstfolgende abzuleiten, sowie in der Voraussicht, so am meisten typische Verhältnisse zu treffen, wurden die in Betracht fallenden Minima nach den einzelnen Zugstrassen geschieden und nur solche in Rechnung gezogen, in welchen deutlich ausgeprägte Cyclonen eine grössere Strecke einer Zugstrasse zurücklegten. Alle übrigen, welche wir mit dem Namen „erratische Minima“ bezeichnen wollen, wurden vorläufig aus der Betrachtung ausgeschlossen, nur diejenigen, welche auf anomalem Wege mit westlicher Componente fortschritten, wurden besonders behandelt, hauptsächlich in der Absicht, die durch die Untersuchung sich ergebenden Resultate zu prüfen.

Was die Methode der Untersuchung betrifft, so erschien es von besonderer Wichtigkeit, die Witterungszustände, welche die den verschiedenen Zugstrassen angehörenden Depressionen begleiten, nach einander verfolgen zu können, um insbesondere für unsere Gegenden beurtheilen zu können, wie sich die meteorologischen Elemente ändern, wenn eine Cyclone zuerst erscheint und eine der allgemeinen Wetterlage entsprechende Zugstrasse einschlägt. Zu diesem Zwecke wurden die Zugstrassen I, II, III und IV in je drei Abschnitte getheilt, indem von den äussersten Stationen unserer Küste, also von

Borkum und Memel, auf dieselben Senkrechte gefällt wurden, so dass der westlich liegende Theil der Zugstrasse der Vorderseite, der mittlere dem Vorübergang und der östliche der Rückseite für unsere Gegend im Allgemeinen entsprechen, wobei noch auf die einzelnen Bahnen nach den von der Seewarte herausgegebenen Bahnen- und Wetterkarten Rücksicht genommen wurde. Von der Zugstrasse V wurden nur Va und Vb jede für sich betrachtet und einstweilen der Theil südlich von den Alpen, Vc und Vd, vernachlässigt. Ich bemerke jedoch hierbei ausdrücklich, dass ich keineswegs die Ansicht vertrete, dass die Cyclonen südlich von den Alpen auf die Witterung in Deutschland keinen Einfluss haben sollten, so dass also die Alpen als eine vollständige Wetterscheide zu betrachten seien; denn auch die Cyclonen, welche über der Adria ostwärts oder südostwärts fortwandern, sind nicht ohne Einfluss auf unsere Witterungszustände, indem sie sehr oft die Windverhältnisse, also auch das Wetter auf dem Gebiete nördlich von den Alpen in hohem Maasse beeinflussen.

Die hier in Betracht kommenden Witterungselemente beschränken sich hauptsächlich auf Luftdruckvertheilung, Luftdruckänderung in den letzten 24 Stunden, auf Temperaturvertheilung und Temperaturabweichung von den Normalwerthen auf Bewölkung. Regenmenge und Regenwahrscheinlichkeit. Die Beobachtungsdaten beziehen sich durchweg auf den Morgen und zwar 8^h a. m. (für Deutschland, Skandinavien, Dänemark, Grossbritannien und in der kälteren Jahreszeit für Frankreich)*), resp. 7^h a. m. (für Russland, Oesterreich und in der wärmeren Jahreszeit für Frankreich). Das Untersuchungsmaterial erstreckt sich auf den Zeitraum (Lustrum) von 1876—80 incl., jedoch sind in vielen (jedesmal angegebenen) Fällen auch die 4 oder 5 folgenden Jahre (1881—84 resp. 85) mitberücksichtigt. — Abgesehen von der gewohnten Reduction des Luftdrucks auf das Meeresniveau, sind auch die Temperaturangaben der Vergleichbarkeit wegen nach den von Wild und Jelinek gegebenen Tabellen auf 8^h a. m. und das Meeresniveau reducirt worden [168]).

---

*) In Frankreich wird seit 1881 das ganze Jahr hindurch für die Zwecke der Wettertelegraphie um 7^h a. m. beobachtet.

α) Frequenz der einzelnen Zugstrassen.

Ueber die Häufigkeit des Vorkommens der einzelnen Zugstrassen in der jährlichen Periode giebt folgende Tabelle Aufschluss:

	1876 bis 1880						1881 bis 1885					
	I	II	III	IV	Va	Vb	I	II	III	IV	Va	Vb
December .	4	5	5	1	4	1	6	8	3	1	1	—
Januar . .	7	2	3	1	3	1	5	5	—	—	—	—
Februar . .	2	3	4	—	1	1	6	3	3	1	—	1
März . . .	—	4	6	2	1	4	7	1	2	2	1	—
April . . .	2	—	1	1	4	4	3	1	1	—	2	2
Mai	3	3	—	3	—	—	5	—	2	—	1	4
Juni . . .	3	1	—	3	—	1	11	1	—	2	—	1
Juli . . .	3	3	2	4	—	1	2	1	—	3	—	2
August . .	3	—	—	7	—	1	5	1	1	4	1	—
September .	8	4	—	1	1	2	6	2	—	3	—	4
October . .	6	3	2	5	3	1	4	4	3	1	1	4
November .	1	1	3	5	4	2	13	2	3	1	4	2
Winter . .	13	10	12	2	8	3	17	16	6	2	1	1
Frühling . .	5	7	7	6	5	8	15	2	5	2	4	6
Sommer . .	9	4	2	11	—	3	18	3	1	9	1	3
Herbst . .	15	8	5	11	4	5	23	8	6	5	5	10
Jahr . . .	42	29	26	33	17	19	73	29	18	18	11	20
Oct. bis März	20	18	23	14	12	10	41	23	14	6	7	7
April b. Sept.	22	11	3	19	5	9	32	6	4	12	4	13

Nach dieser Tabelle zeigt die Zugstrasse I ein Maximum der Frequenz im Winter und Herbst, im Frühjahr und Sommer ist sie weniger besucht; dasselbe Verhalten zeigt Zugstrasse II. Die nahezu parallelen, nach Südost gerichteten Zugstrassen III und Va zeigen ein entschiedenes Häufigkeitsmaximum in der kälteren Jahreszeit, von Mai bis October sind dieselben sehr wenig vertreten. Zugstrasse IV ist am häufigsten im Sommer und Herbst, dagegen weniger im Frühjahr, am wenigsten im Winter besucht, und endlich Vb zeigt die grösste Frequenz im Frühjahr und im Herbst, die geringste im Winter und Sommer.

Als ganz charakteristische Eigenthümlichkeit aus jener Tabelle heben wir hervor, dass die nach Südost gerichteten Zugstrassen (III, Va) fast ausschliesslich der kälteren Jahreszeit angehören, dagegen die nach Nordost verlaufenden (I, IV) in der wärmeren Jahreszeit prädominiren.

Untersuchen wir die Einzelfälle, so ergiebt sich die sehr bemerkenswerthe Thatsache, dass die Frequenzfälle sich vielfach auf denselben Monat desselben Jahres anhäufen, so dass hierin die Ten-

denz der Minima ausgesprochen ist, die einmal eingeschlagene Bahn auf längere Zeit beizubehalten. Beispielsweise war die Zugstrasse I im Januar 1877 und 1880, im Juni 1881, 1884 und 1885, im September 1878 und 1885 und October 1877, im November 1881 und 1884, im December 1881 sehr stark vertreten, Zugstrasse II im December 1884 und 1885, Zugstrasse III im Februar 1877, Zugstrasse IV im Juli 1879, im August 1881, im October 1880, besonders im August 1877, Zugstrasse Va kam im November 1882 häufig vor und Zugstrasse Vb war im April 1879 dominirend. Welchen Einfluss dieses Verhalten auf die Witterungszustände in unseren Gegenden hat, wird aus den nachfolgenden Darlegungen mit Leichtigkeit zu übersehen sein.

Auf die eben besprochenen Thatsachen, welche sowohl für die theoretische als praktische Meteorologie von hoher Bedeutung sind, werde ich unten nochmals zurückkommen und dieselben an der Hand der gewonnenen Thatbestände zu erklären versuchen.

In obiger Tabelle wurde das Jahr in zwei Abschnitte zerlegt, von denen der eine die kältere Jahreszeit, die Monate October bis März, der andere die wärmere Jahreszeit, von April bis September, umfasst. An dieser Eintheilung ist bei der folgenden Untersuchung durchaus festgehalten worden, und dieses erscheint mir desswegen zweckmässig, weil einerseits die Jahresmittel wegen der ungleichwerthigen Wirkung der einzelnen meteorologischen Elemente in der wärmeren und kälteren Jahreszeit den allgemeinen Charakter mehr oder weniger verwischen würden, und andererseits wegen der ungleichmässigen Vertheilung der Zugstrassen in der jährlichen Periode eine Gruppirung der Einzelfälle nach Jahreszeiten oder gar nach Monaten zu sehr ungleichwerthigen Mitteln führen würde. Die bei dieser Zweitheilung erhaltenen Mittel dürften genügen, eine im Allgemeinen richtige Vorstellung über die Beziehung der Depressionen auf den Witterungsverlauf in unseren Gegenden sich zu verschaffen. Wäre dieses indessen nicht der Fall, sondern wäre zur Darlegung der Gesetzmässigkeiten die Untersuchung eines weit längeren Zeitraumes erforderlich, so würden diese Mittelwerthe für die theoretische Witterungskunde allerdings Interesse besitzen, allein für die Praxis würden sie an und für sich nur geringen oder gar keinen Nutzen haben.

Im Ganzen kamen in dem Zeitraume von 1876—80 auf 166 Bahnen 442 hier in Betracht fallende Minima, welche sich alle auf 8^h resp. 7^h a. m. beziehen und von welchen 97 Bahnen mit 243

Positionen auf die kältere und 69 Bahnen mit 199 Positionen auf die wärmere Jahreszeit entfallen, wonach also das Bestreben der Minima, eine bestimmte Zugstrasse innezuhalten, im Winter grösser ist als im Sommer, da die Anzahl der Minima nach früheren Untersuchungen [169]) in allen Jahreszeiten ziemlich gleich ist. Für das folgende Lustrum 1881—85 ergaben sich fast übereinstimmend auf 169 Bahnen 430 Minima, wovon 98 Bahnen mit 258 Positionen der kälteren und 71 Bahnen mit 172 Positionen der wärmeren Jahreszeit angehören.

Die vorhin angegebene Anzahl der Positionen bildet etwas mehr als den vierten Theil sämmtlicher Positionen, welche in dem ganzen Zeitraum auf dem in Frage kommenden Gebiete überhaupt sich zeigten, und hieraus könnte man den Schluss ziehen, dass die erratischen Bahnen (mit Einrechnung der stationären Depressionen) ungleich häufiger vorkommen, als diejenigen, welche durch die Zugstrassen gegeben sind. Indessen wurden, wie schon oben bemerkt, die Minima südlich von den Alpen, sowie diejenigen der Zugstrasse Vc und Vd aus der Betrachtung ausgeschlossen, ferner wurden diejenigen Minima nicht berücksichtigt, welche nur stückweise die oben angegebenen Zugstrassen verfolgten, und wurde auch der weitere Verlauf der Zugstrasse I (Ib) nicht in Rechnung gezogen. Ausserdem würden sich bei genauerem Studium der Fortpflanzung der Depressionen die erratischen Bahnen wieder in bestimmte Klassen zerlegen lassen, die sich zum Theile an die grossen Zugstrassen anlehnen würden, eine Arbeit, die erst dann mit lohnendem Erfolge in Angriff genommen werden kann, wenn das Material sich erheblich vermehrt hat. Ich bemerke hier beiläufig, dass noch eine nordwärts von den britischen Inseln führende Zugstrasse häufig von den Depressionen eingeschlagen wird und welche auf unserem Schema nicht verzeichnet ist. Immerhin aber werden die erratischen Bahnen in grosser Anzahl vertreten sein, eine Thatsache, für welche wir unten noch nähere Gründe anführen wollen.

β) Mittlere Tiefe der Minima auf den Zugstrassen. Sturmcentra.

Die nachstehende Tabelle giebt die mittlere Tiefe der Minima auf den verschiedenen Zugstrassen, wobei die Zeichen A, B, C die Positionen der Minima resp. vor, beim und nach Vorübergang bedeuten. Als Sturmcentren wurden diejenigen angesehen,

welche in ihrer Umgebung irgendwo stürmische Winde verursachten.

Mittlere Tiefe der Minima auf den einzelnen Zugstrassen, 700mm +.

Zugstrasse	I			II			III			IV			Va	Vb
Position.	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C		
Winter	38,2	33,0	35,5	38,6	41,9	38,3	38,4	45,5	45,1	36,0	44,5	41,5	45,4	47,2
Frühjahr	40,0	47,0	44,0	44,4	45,8	33,8	31,4	37,4	36,2	43,5	34,8	45,5	47,0	45,5
Sommer	45,2	45,4	46,7	49,4	50,2	47,7	48,5	45,0	46,0	46,9	46,4	46,6	—	47,2
Herbst	36,5	34,5	42,3	42,9	42,6	47,8	47,0	44,6	47,2	40,9	40,9	41,6	52,2	49,9
Jahr	40,3	37,8	42,0	39,2	43,7	41,8	38,3	43,5	43,8	43,5	43,0	44,9	47,3	47,0
Oct. bis März . .	36,8	31,6	37,3	34,9	40,5	38,2	37,2	43,4	41,2	39,4	38,9	44,0	46,5	47,9
April bis Sept. .	42,7	44,0	44,8	46,9	48,4	47,2	46,7	44,3	47,5	46,9	45,2	46,0	48,8	46,3

Anzahl der Sturmcentra.

Zugstrasse	I			II			III			IV			Va	Vb
Position	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C		
Oct. bis März . .	9	10	6	9	18	6	13	12	7	7	6	5	5	6
April bis Sept. .	7	10	7	5	4	4	6	4	2	5	12	8	3	3
Jahr	16	20	13	14	22	10	19	16	9	12	18	13	8	9

Vergleicht man die in der Tabelle gegebenen mittleren Tiefen der Minima mit den mittleren Tiefen überhaupt, so zeigt sich durchweg, dass die ersteren erheblich grösser sind, als die letzteren, so dass also die Minima, welche sich auf den Zugstrassen bewegen, im Allgemeinen erheblich tiefer sind, als die erratischen und solche, welche auf den Zugstrassen nur eine kurze Existenz haben. Dementsprechend sind auch viele, fast die Hälfte, dieser Minima Sturmcentra. Diese Thatsachen haben allerdings theilweise darin ihren Grund, dass meistens nur ausgeprägte Depressionen mit längerer Lebensdauer zur Untersuchung ausgewählt wurden.

Aus der Tabelle ist ferner ersichtlich, dass die auf der Zugstrasse I fortschreitenden Cyclonen bei ihrer Annäherung an Finnmarken in der kälteren Jahreszeit, insbesondere im eigentlichen Winter, die Neigung haben, an Tiefe zuzunehmen, im Frühjahre dagegen, in welcher Jahreszeit auch die Zugstrasse I eine geringe Frequenz zeigt, sich zu verflachen. Die Cyclonen der Zugstrasse IV zeigen bei Annäherung an unsere Küste im Frühjahre eine entschiedene Zunahme der Tiefe. Diese eben erwähnten Ausnahmen abgerechnet haben die Minima die Neigung, sich zu verflachen, wenn sie sich unserer Küste nähern, und hierin liegt der Grund, dass die Gewalt der meisten Stürme, welche von Westen kommen,

schon über den britischen Inseln oder der Nordsee gebrochen wird, ein für den Charakter unserer Stürme sehr wichtiger Umstand, worauf bereits oben (Seite 265) hingewiesen wurde. Wenn in der obigen Tabelle die Positionen beim Vorübergange meistens mehr Sturmcentra angeben, als jene beim ersten Erscheinen, so liegt dieses nicht darin, dass bei Beurtheilung, ob ein Minimum als stürmisch anzusehen sei oder nicht, nicht die ganze Umgebung der Cyclone, sondern meistens nur die Ostseite berücksichtigt werden konnte. In der Position C, d. i. nach Vorübergang, fällt die Anzahl der Sturmcentra für alle Zugstrassen ganz erheblich.

γ) Mittlere Geschwindigkeit der Minima auf den Zugstrassen.

In der nachstehenden Tabelle ist die mittlere Geschwindigkeit der Minima für die letzten 24 Stunden in Myriametern ausgedrückt übersichtlich dargestellt. Nur für Va und Vb beziehen sich die Zahlen auf die folgenden 24 Stunden. B und C bezeichnen die Positionen bei und nach Vorübergang.

Mittlere Geschwindigkeit der Minima auf den einzelnen Zugstrassen, in Myriametern.

	I		II		III		IV		Va	Vb
	B	C	B	C	B	C	B	C		
Winter	113	76	78	109	87	85	89	140	119	99
Frühjahr	116	81	106	82	96	110	95	108	72	75
Sommer	83	79	93	97	81	77	68	66	—	79
Herbst	88	92	66	62	103	79	99	94	104	88
Jahr	94,0	81,4	78,2	87,6	91,9	90,2	80,9	85,6	98,6	81,8
October bis März	106	77	80	93	91	92	97	97	116	96
April bis September	81	84	75	79	98	78	74	77	68	70

Vergleichen wir diese Zahlen mit denjenigen, welche für die mittlere Geschwindigkeit der Minima überhaupt gelten (Seite 269), so ergiebt sich, dass die mittlere Geschwindigkeit derjenigen Minima, welche sich auf den Zugstrassen bewegen, in allen Jahreszeiten erheblich grösser ist, als diejenigen der Minima überhaupt.

Hiernach sind auf den Zugstrassen die Bedingungen sowohl einer grösseren Tiefe und Intensität, als auch eines rascheren Fortschreitens gegeben.

δ) Vertheilung des Luftdruckes und der Windstärke in der Umgebung des Depressionscentrums.

In den weiter unten stehenden Wetterkarten (Fig. 56 u. 57), welche die Luftdruckvertheilung für die einzelnen Zugstrassen beim

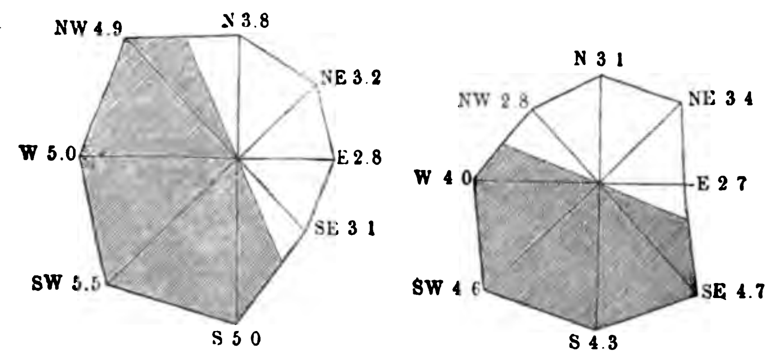
ersten Erscheinen der Cyclonen darstellen, sind die mittleren Isobaren von $2\frac{1}{2}$ zu $2\frac{1}{2}^{mm}$ angegeben. Die in den Karten durch Kreuze markirten Stellen geben die Ausgangsorte oder Anfangspositionen der Cyclonen (die kleinen Kreise bedeuten Sturmcentra). Betrachten wir diese Karten etwas näher, so finden wir sofort für die einzelnen Zugstrassen ganz charakteristische Verschiedenheiten in der Luftdruckvertheilung. Bei Zugstrasse I und IV verlaufen bei verschiedenen Ausgangsstellen die dichtesten Isobaren nach Nordost, bei Zugstrasse II nach Ost, bei Zugstrasse III nach Südost und Ostsüdost, bei Zugstrasse Va nach Süden und bei Zugstrasse Vb nach Norden, während überall die Lage des hohen Luftdruckes verschieden ist. Aus der mittleren Vertheilung des Luftdruckes um das Depressionscentrum können wir sofort folgende wichtige Thatsache constatiren, welche schon früher von Cl. Ley ausgesprochen ist (vergl. oben Seite 274):

Fällen wir aus dem Gebiete des tiefsten Barometerstandes auf die dichtest gedrängten Isobaren eine Senkrechte, so erfolgt die Fortpflanzung der Depression nahezu senkrecht zu dieser Linie, so dass also der höchste Luftdruck rechter Hand liegen bleibt. Diese Beziehung zeigt sich durchweg sowohl beim Erscheinen der Cyclonen, wie es auf unseren Karten dargestellt ist, als beim Vorübergange und auf der Rückseite. Diese Verhältnisse gelten nach den Untersuchungen von Loomis auch für Nordamerika. Aus den Mitteln für 1872—74 fand Loomis, dass die Richtung der Cyclonen in den Vereinigten Staaten am meisten nördlich ist, wenn der hohe Luftdruck auf der Nordostseite liegt, dagegen am meisten südlich, wenn derselbe auf der Süd- oder Südwestseite sich befindet. Dabei vermindert der hohe Luftdruck auf der Ostseite die Fortpflanzungsgeschwindigkeit um durchschnittlich 8%, wogegen der hohe Luftdruck auf der Südseite dieselbe um ebenso viel vermehrt.

Die in den Luftdruckkarten (vergl. weiter unten Fig. 56 u. 57) hervorgehobene, gebrochene Linie verbindet die Orte höchsten Luftdruckes, so dass also hierdurch ein Rücken höchsten Luftdruckes markirt ist, welcher den mittleren Wirkungskreis der Cyclonen nach Süden hin abgrenzt. Diese Linie wurde von Wojeikof mit dem Namen „continentale Axe" bezeichnet, welche überhaupt im Mittel über Mitteleuropa verläuft, da der Luftdruck nicht nur in Nordeuropa, sondern auch über dem Mittelmeer durchschnittlich niedriger ist, als über Mitteleuropa. Diese Axe ist desswegen von grosser Wichtigkeit, weil sie im Allgemeinen

das Gebiet der westlichen und südwestlichen Winde, die den Transport oceanischer Luft über unserem Continent vermitteln, von demjenigen der östlichen continentalen Winde abscheidet. Aus unseren Karten ist ersichtlich, dass dieselbe bei Zugstrasse I—III durchschnittlich nordost- oder ostnordostwärts gerichtet ist und Südeuropa, gewöhnlich die Alpengegend, durchschneidet, im Winter südlicher als im Sommer; bei Zugstrasse IV hat sie sich weit südostwärts über das schwarze Meer hinaus zurückgezogen. In dieser vorwaltend stattfindenden Lage der continentalen Axe liegt der Grund, warum unsere Winter so mild und unsere Sommer so gemässigt sind.

Durch die mittlere Luftdruckvertheilung in unseren Karten ist auch die mittlere Stärke des Windes in den Cyclonen und Um-



Mittlere Position: Dänische Inseln. Gruppe IIIa. Mittlere Position: Südschweden. Gruppe IIIb.

Fig. 33.

gebung gegeben und es lässt sich die oben aufgefundene Regel auch so aussprechen: Die Fortpflanzungsrichtung der Cyclonen fällt durchschnittlich mit der Richtung der stärksten Winde zusammen.

Es erscheint nicht überflüssig, diese Regel auch durch Thatbestände zu prüfen. Zu diesem Zwecke wurden für die einzelnen Zugstrassen die Windstärken nach Beaufort's Skala in der Umgebung des mittleren Depressionscentrums beim Vorübergange berechnet und die Werthe nach 4 Quadranten geschieden. In der folgenden Tabelle bedeutet A = Anzahl der in Rechnung gezogenen Stationen, K = kältere, W = wärmere Jahreszeit*).

*) Die ausführliche Tabelle befindet sich in meinen „Typischen Witterungserscheinungen" in „Aus dem Archiv der Seewarte", V. 1882. No. 3.

	Vorderseite						Rückseite					
	links			rechts			rechts			links		
Zugstr.	A.	K.	W.	A.	K.	W.	A.	K.	W.	A.	K.	W.
I	—	—	—	5	4,3	3,1	5	5,6	4,2	1	4,7	4,2
II	4	2,9	2,4	5	4,3	4,0	7	4,5	4,0	5	3,8	3,2
IV	5	2,5	2,8	3	3,9	3,3	5	3,4	4,1	5	2,3	3,2
Va	6	2,6	2,9	3	3,2	4,9	3	4,1	3,5	6	3,4	3,1

Aus dieser Tabelle geht hervor, dass die Luftbewegung auf der rechten Seite der Bahn nach der Rückseite hin am grössten ist.

Von besonderem Interesse erschien mir die Zugstrasse III, welche auch sonst für unsere Witterungsverhältnisse, namentlich für die Luftbewegung an unserer Küste von hoher Bedeutung ist, indem ein Theil der Cyclonen von der nördlichen Nordsee südostwärts über die dänischen Inseln hinaus direkt nach der ostdeutschen Grenze fortschreitet, und ein anderer Theil von derselben Ausgangsstelle zuerst nach Dänemark oder Südschweden sich fortpflanzt, dann aber nordostwärts umbiegt und nach Finnland fortschreitet. Ich habe die ersteren mit Gruppe IIIa, die letzteren mit Gruppe IIIb bezeichnet. Für diese beiden Gruppen wurden die Windstärken im Umkreise von 6 Meridiangraden bestimmt und zwar für die Positionen des Vorübergangs, also an der Stelle ungefähr, an welcher das Umbiegen für die Gruppe IIIb erfolgt. Das Resultat dieser Rechnung ist durch die vorstehende Figur 33 veranschaulicht.

ε) Temperaturvertheilung in der Umgebung des Depressionscentrums.

Indem ich für eine grosse Anzahl über Europa möglichst gleichmässig vertheilter Stationen die mittlere Temperaturvertheilung, sowie die Temperaturabweichungen von den Normalwerthen berechnete und diese in geographische Karten eintrug, erhielt ich folgende Resultate*):

Wie beim Luftdruck, so spricht sich auch hier eine innige Beziehung der Fortpflanzungsrichtung der Depressionen zu den Isothermen aus. Ziehen wir nach dem Gebiete niedrigster Temperatur auf die dichtest gedrängten Isothermen eine Normale, so bezeichnet diese Linie die Richtung, nach welcher in der Umgebung der Depression die Temperatur am schnellsten abnimmt, und diese bildet mit der Fortpflanzungsrichtung der Depressionen einen Winkel, welcher zwischen 45° und 90° liegt, so dass also die höchste Temperatur zur rechten Hand der Bahn liegen bleibt. Durchschnittlich

*) Die ausführliche Tabelle, sowie die Karten hierzu befinden sich in meinen „Typischen Witterungserscheinungen".

kommt dieser Winkel einem rechten ziemlich nahe, insbesondere in der wärmeren Jahreszeit, in welcher die Temperaturvertheilung in Bezug auf die Fortpflanzung der Depressionen die Hauptrolle spielt.

Auch diese Regel wurde im Jahre 1872 von Clement Ley in der oben (Seite 274) angegebenen Form ausgesprochen.

Nebenbei wollen wir noch an dieser Stelle das Resultat einer Arbeit des Lieutenant Maydell erwähnen, welche im Jahre 1874 dem Petersburger telegraphischen Bulletin beigefügt wurde. Derselbe fand auf Grundlage eines zwei Jahre umfassenden Materials, dass die Sturmbahn des folgenden Tages einen bestimmten Winkel bildet mit der Verbindungslinie zwischen dem Orte des barometrischen Minimums und dem Ort der grössten Erwärmung in den letzten 24 Stunden. Wenn das Sturmcentrum über Skandinavien lag, so betrug dieser Winkel (links von der genannten Verbindungslinie gerechnet) im Mittel für den Winter 62° (kleinster 34°, grösster 90°), für den Sommer 58° (kleinster 30°, grösster 110°); befand sich das Minimum in Finnland, so ergab sich als mittlerer Winkel für den Sommer 67° (kleinster 40°, grösster 87°).

Die mittlere Temperaturvertheilung für die einzelnen Zugstrassen bestätigt in befriedigender Weise die Richtigkeit des oben ausgesprochenen Satzes. Am meisten markirt ist derselbe in der wärmeren Jahreszeit, wo die Wärmeverhältnisse in Bezug auf Fortpflanzung der Depressionen die Hauptrolle spielen, während in der kälteren die Luftdruckvertheilung als das wichtigste Moment in den Vordergrund tritt (vergl. weiter unten die kartographische Darstellung der Temperaturvertheilung bei Erscheinen der Depressionen für April bis September, Fig. 56 u. 57).

Sehr schön fügt sich diese Beziehung bei der Zugstrasse Vb und verdient hier um so mehr hervorgehoben zu werden, weil dieselbe in enger Verknüpfung mit den Kälterückfällen, insbesondere im Frühjahre stehen kann. In der kälteren Jahreszeit haben die Nordufer des schwarzen Meeres für diese Zugstrasse einen Wärmeüberschuss von 7°, von hier an west- und nordwestwärts nimmt die positive Abweichung von der Normalen rasch ab, schon in Oesterreich wechselt sie ihr Zeichen, Wien hat 2°, München 3°, Karlsruhe 4° und Paris 3° Wärmemangel. In der wärmeren Jahreszeit sind die Verhältnisse ganz ähnlich: am schwarzen Meere beträgt die Abweichung + 5°, in Wien — 2°, in München — 4°, in Karlsruhe und Paris — 5°, während die Temperatur von Südost nach Nordwest am raschesten abnimmt.

Gruppe IIIa und IIIb bei Zugstrasse III zeigen auch in Beziehung auf die Temperaturvertheilung ein ganz verschiedenes Verhalten: bei Gruppe IIIa entschieden positive Abweichungen schon beim Erscheinen der Depressionen, über Grossbritannien, Frankreich und Centraleuropa, die sich in München bis zu 4° steigern, dagegen strenge Kälte im hohen Nordosten, so dass am weissen Meere 6° Wärmemangel herrscht; dagegen bei Gruppe IIIb ganz umgekehrte Verhältnisse: entschiedener Wärmeüberschuss im Nordosten und Osten, erheblicher Wärmemangel im Südwesten und Westen.

Bei Zugstrasse I und II haben die Isothermen über dem europäischen Continent eine südliche bis südöstliche Richtung, so dass man also eine nach Südost gerichtete Bewegung der Depressionen erwarten könnte. Allein auf der Südseite der Depression schiebt sich warme Luft aus niederen Breiten immer weiter vor, so dass hier die Isothermen von West nach Ost verlaufen. Bei Zugstrasse I ist der bereits erwähnte Umstand zu berücksichtigen, dass die Minima durchschnittlich über Island und Umgebung und nicht über der auf der Karte verzeichneten Gegend liegen.

Luftdruck- und Temperaturvertheilung haben also fast genau dieselben Beziehungen zu der Fortpflanzung der Depressionen und hiernach ist anzunehmen, dass in den mittleren Temperatur- und Luftdruckkarten für die einzelnen Zugstrassen nahezu ein Parallelismus der Isobaren und Isothermen auf der rechten Seite der Depressionen sich herausstellen wird, was in der That auch der Fall ist.

Diese beiden Sätze finden auch bei ihrer Anwendung auf Einzelfälle ihre volle Bestätigung und sogar die anomalen Bewegungen der Depressionen mit westlicher Richtungs-Componente können, wie wir unten noch weiter sehen werden, mit Berücksichtigung dieser Sätze erklärt werden. Nur einige wenige Fälle scheinen sich den Sätzen nicht fügen zu wollen, allein auch diese seltenen Ausnahmen dürften durch einen anderen störend eingreifenden Umstand ihre Erklärung finden, nämlich durch die oft unregelmässige verticale Temperaturvertheilung.

Wie wir schon oben bemerkten, nimmt in wärmerer Luft der Luftdruck mit der Höhe langsamer ab, als in kälterer und daher werden mit der Höhe die Gradienten sich in der Weise verändern, dass dieselben nach der Seite des höheren Luftdrucks und der grösseren Wärme (wenn der höhere Luftdruck mit der grösseren Wärme zusammenfällt), immer steiler werden, dagegen, wenn der höhere

Luftdruck mit der niedrigeren Wärme zusammenfällt, stetig abnehmen und in einer gewissen Höhe sich umkehren. Im ersteren Falle wird die ganze Luftmasse vom barometrischen Maximum nach der Seite des niedrigen Luftdrucks nahezu dieselbe Bewegungsrichtung zeigen mit zunehmender Geschwindigkeit (und zwar in den untersten Schichten mit einer Ablenkung von den Isobaren nach dem niederen Luftdrucke hin, in den oberen nahezu parallel den Isobaren); in diesem Falle wird also in den oberen Regionen die höhere Wärme dieselbe Wirkung auf die Fortpflanzung der Depressionen haben, als in den unteren Schichten der höhere Luftdruck, sie wird also den Druckgradienten in der Höhe verstärken. Im letzteren Falle wird die Luftbewegung eine nach oben hin verzögerte sein und durch Windstille in die umgekehrte Richtung (entsprechend der Umkehrung des Gradienten) übergehen und jetzt eine beschleunigte sein.

Luftdruck- und Temperaturvertheilung sind also das Ursächliche der Bewegung der gesammten Luftmasse in der Umgebung der Depressionen, und diese sind das Bedingende für die Fortpflanzung der Depressionen. Aus der Combination von Luftdruck- und Temperaturvertheilung folgt der oben (Seite 275) angeführte, allgemeine Satz, dass die Fortpflanzung der Cyclonen annähernd in der Richtung der überwiegenden Bewegung der ganzen Luftmasse in der Umgebung des Cyclonencentrums erfolgt.

Dieser Satz, welcher eine einfache Handhabe von weittragender Bedeutung für die Wetterprognose bietet, und welcher mit wenigen Ausnahmen, deren Erklärung noch aussteht, als allgemein gültig angenommen werden kann, scheint der Ferrel'schen Annahme zur Stütze zu dienen, wonach die Cyclonen von dem allgemeinen Luftstrom, in welchem sie entstehen und sich weiter entwickeln, fortgetragen werden. Diese Annahme hat um so mehr ihre Berechtigung, als die Fortpflanzungsrichtung der Cyclonen im Allgemeinen mit der Richtung der grossen atmosphärischen Bewegungen zusammenfällt, als die Cyclonen um so rascher fortschreiten, je stärker die Gesammtströmung ist, und als auf der Südseite der Cyclonen die Theildepressionen und Neubildungen, bei welchen obere und untere Strömungen fast dieselbe Richtung haben und der stets gleich gerichtete Gradient mit der Höhe stetig zunimmt, so ausserordentlich rasch fortschreiten.

Indessen ist die Fortbewegung des Wirbels in der Gesammtströmung nicht so zu fassen, als wenn dieselbe Luftmasse in fort-

schreitender Bewegung um das Centrum fortwährend rotire; denn dann müsste auf der Vorderseite des Wirbels eine Ausströmung, auf der Rückseite eine Einströmung stattfinden, im Centralraume der Cyclone müsste eine Luftbewegung im Sinne des Fortschreitens der Cyclone erfolgen, und endlich müsste die Beziehung des Gradienten zur Windgeschwindigkeit auf der rechten und linken Seite der Cyclone ein sehr verschiedenes Verhalten zeigen. Alles dieses ist für die unteren Luftschichten unbedingt nicht, und für die oberen Regionen höchst wahrscheinlich nicht der Fall, so dass die Annahme nahe liegt, dass die Wirbelbewegung sich fortwährend auf neue Luftmassen überträgt, wobei auf der Vorderseite der Luftdruck stetig abnimmt und so die Neubildung des Centrums fortwährend bewerkstelligt wird. Bei dieser Annahme bleibt die Richtigkeit des oben ausgesprochenen Satzes bestehen [170]).

In den höheren Regionen der Atmosphäre unserer Hemisphäre existirt trotz des barometrischen Maximums zwischen 30 und 40° nördlicher Breite in der That nur ein einziger nach Nord gerichteter Gradient, der wegen der nach Nord hin stetig abnehmenden mittleren Temperatur der ganzen Luftmasse mit der Höhe rasch zunehmen muss. Supan [171]) berechnete aus dem Luftdrucke im Meeresniveau und der Temperaturabnahme mit der Höhe (nach Glaisher) den wahrscheinlichen mittleren Luftdruck (im Januar) in den verschiedenen Höhen über dem atlantischen Ocean und erhielt folgende Tabelle:

Höhe in Metern	0°	30° nörd. Br.	60° nördl. Br.	80° nördl. Br.
8000	282,2mm	275,4mm	251,0mm	232,2mm
6000	364,9 „	359,6 „	334,1 „	316,4 „
4000	469,1 „	466,8 „	440,6 „	427,5 „
2000	599,7 „	601,0 „	575,8 „	571,7 „
0	578 „	766 „	744 „	755 „

Also sowohl das Luftdruckmaximum bei den Azoren als auch das Minimum in den nördlichen Theilen des nordatlantischen Oceans existiren bei einem mittleren Luftdrucke von etwa 500mm oder in einer Höhe von 3000m nicht mehr, sondern vom Aequator an bis zu den Polen nimmt der Luftdruck fortwährend ab und hierdurch ist in der Höhe eine ostwärts gerichtete allgemeine Luftströmung bedingt.

Wir haben es also hier mit einer ungeheuren Cyclone zu thun, deren kaltes Centrum in der Nähe des Poles liegt und deren isobarische Flächen nach dem Aequator hin stetig sich heben. Die allgemeine westliche Luftströmung ist das Bett, worin die Cyclonen zweiter Ordnung entstehen, sich entwickeln und ihren Fort-

gang haben. In diesen Cyclonen steigt die warme Luft in die Höhe und wird von der westlichen Strömung ostwärts fortgegerissen, so dass vor der Depression der Luftdruck abnehmen muss. Das ist der Grund, warum in der ganzen aussertropischen Zone die

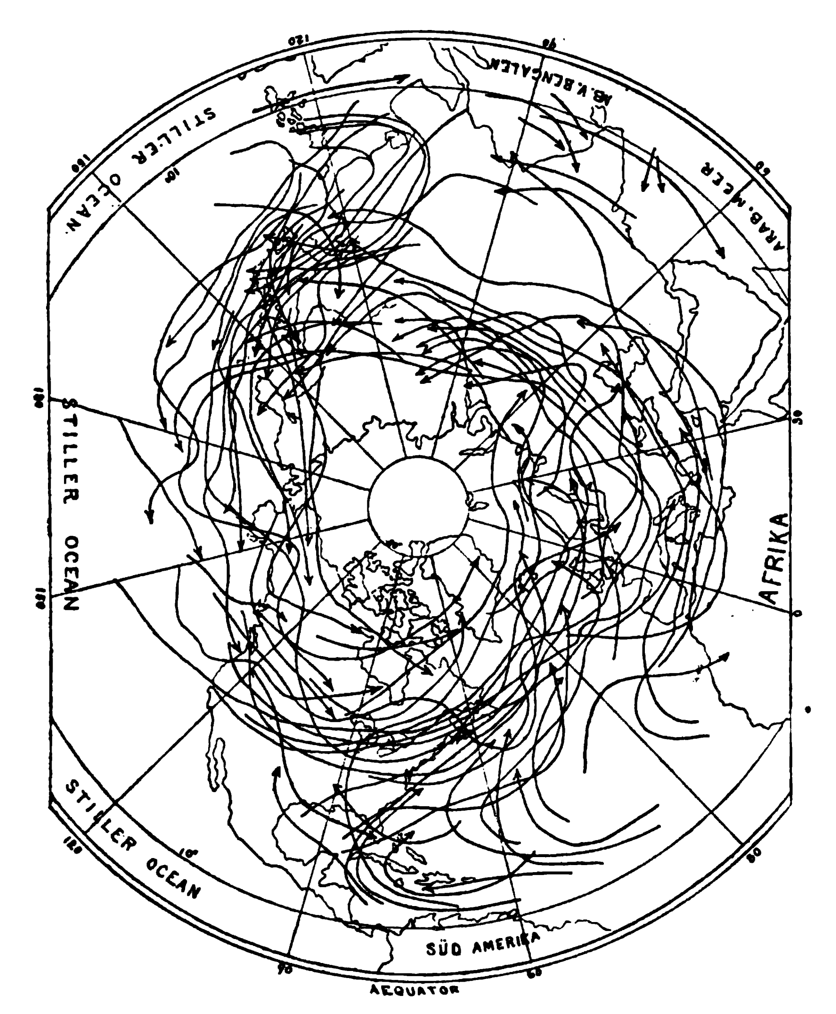


Fig. 34. Cyclonenbahnen für die nördliche Hemisphäre.

Cyclonen von West nach Ost ziehen. Die obige Figur giebt die Vertheilung der mittleren Minimabahnen über die nördliche Hemisphäre nach Loomis und zeigt deutlich die oben angegebenen Beziehungen.

Wenn auch die oberen Regionen nicht an der Wirbelbewegung theilnehmen, so haben sie doch auf die Fortbewegung des Wirbels den wichtigsten Einfluss, indem sie durch Fortschaffung der oberen Luftmassen die Verlegung des tiefsten Luftdruckes bedingen. Ein sichtbares Zeichen der Wirkung dieses oberen Stromes ist der Cirruszug, welcher fast ständig von West nach Ost, oder vielmehr in der Richtung der Bahn der Cyclone vorauszieht. Wird die überwiegende Richtung der west-ostwärts ziehenden Luftmassen verändert, indem z. B. der höhere Luftdruck und die relativ höhere Temperatur nach Südwesten oder Südosten für irgend ein Gebiet sich verlegen, so erfährt auch die Depression in ihrer Bahn eine entsprechende Ablenkung, im ersteren Falle nach Südost (was der Zugstrasse III oder Va entspricht), im letzteren nach Nordost (Zugstrasse Vb IV, I).

Dort, wo ein Theil der oberen Luftströmung sich senkt, bilden sich die barometrischen Maxima. Solche Maxima finden wir zu allen Jahreszeiten fast ausnahmslos in den Rossbreiten und im Winter über dem amerikanischen und asiatischen Continent. Die Bildung und Erhaltung dieser Maxima stehen in innigster Beziehung zu der Erwärmung, wodurch die Mächtigkeit und theilweise auch die Richtung der obersten Luftströmungen bedingt werden, und von diesen hängt es ab, ob die Maxima mehr oder wenig entwickelt und ein kleineres oder grösseres Gebiet einnehmen. Durch abweichende Wärmeverhältnisse am Aequator können bedeutende Verschiebungen der Maxima vorkommen, und diese sind, wie wir wissen, für unser Klima von durchgreifender Bedeutung. Hieraus folgt die Wichtigkeit der Beobachtungen in den tropischen Gegenden, indem ein aufmerksames Studium derselben uns noch zuerst bedeutende Fingerzeige über die Gesetze der allgemeinen atmosphärischen Bewegung und ihrer Wandelbarkeit geben könnte.

Diese Betrachtung legt uns den Gedanken sehr nahe, dass die Maxima überhaupt die Ursache ihrer Entstehung und Erhaltung den oberen Luftströmungen mindestens zum grössten Theile zu danken haben, so dass also die Luftmassen, welche in den Tropen in den höchsten Regionen polwärts in Bewegung gesetzt werden, in gewissen Gegenden, auch sehr hohen Breiten, sich niedersenken und in der unteren Luftschichte zu einem Maximum sich ablagern. Die gewöhnliche Erklärung, dass die barometrischen Maxima durch die vorüberziehenden Depressionen gespeist werden, dürfte allein nicht genügen und in ihrer Anwendung auf allerlei nicht zu beseitigende Widersprüche stossen. —

Die oben ausgesprochene Regel über die Beziehung der Fortpflanzung der Cyclonen zu der überwiegenden Luftströmung in der Umgebung des Depressionscentrums bietet in seinen Consequenzen eine sehr wichtige Handhabe für die ausübende Witterungskunde und giebt Klarheit über eine Reihe vorher räthselhafter Vorgänge bei den Witterungsphänomen. In Bezug auf die Zugstrassen giebt diese Regel folgende interessante Aufschlüsse:

Die nach Südost gerichteten, nahezu parallelen Zugstrassen III und Va setzen hohen Luftdruck im Südwesten und eine von Nordosten nach Südwesten oder von Osten nach Westen am stärksten zunehmende Temperatur als günstigste Bedingung voraus, und da letztere Verhältnisse der kalten Jahreszeit am meisten entsprechen, so folgt, dass diese Zugstrassen auch in der kälteren Jahreszeit am meisten vertreten sein müssen. Auch die rein nach Osten gerichtete Zugstrasse II, welche einen von Süden nach Norden gerichteten Gradienten und eine Temperaturzunahme nach Süden oder Südwesten verlangt, wird in der kälteren Jahreszeit häufiger frequentirt als in der wärmeren, doch tritt hier der Gegensatz in der Frequenz nicht so schroff hervor, wie bei den vorher genannten Zugstrassen. Die nach Nordosten oder Ostnordosten gerichteten Zugstrassen I und IV setzen hohen Luftdruck im Südosten und zunehmende Temperatur nach Südosten oder Süden hin voraus. Diese Zugstrassen sind daher in der wärmeren Jahreszeit am häufigsten vertreten, sind aber auch (insbesondere Zugstrasse I) in der kälteren Jahreszeit nicht selten, eine Thatsache, deren Erklärung jedenfalls in der bedeutend grösseren Luftdruckdifferenz zwischen NW und SE in dieser Jahreszeit zu suchen ist. An einer anderen Stelle habe ich gezeigt, dass die auf unserer Luftdruckkarte (vergl. Fig. 56 u. 57) für die Zugstrasse I verzeichneten Minima in weitaus den meisten Fällen nur Randbildungen, Theilminima grösserer Depressionen sind, die ihren Kern bei Island haben, und dass hier in der That die Temperatur ziemlich rasch nach Südosten hin anwächst [173]). Die Zugstrasse Vb gehört hauptsächlich dem Frühjahre an und bietet desswegen ein hohes Interesse, weil dieselbe nicht selten mit den Kälterückfällen in unseren Gegenden in nahem Zusammenhange steht. Sie verlangt nach Nordwesten gerichtete Druck- und Temperatur-Gradienten, wie sie auch nach unseren Karten in hohem Maasse entwickelt sind.

Bei der Beurtheilung der Fortpflanzungsrichtung eines Minimums ist also in jedem Falle sowohl die Vertheilung des Luftdrucks als auch jene der Temperatur wohl zu berücksichtigen. In vielen Fällen sind

diese beiden Elemente in der Umgebung der Depressionscentren nicht in demselben Sinne vertheilt, und diesem Umstande ist es hauptsächlich zuzuschreiben, dass die Fortpflanzung und Umwandlung der Depressionen und hiermit auch die Witterungsphänomene unserer Gegenden (abweichend von den Vereinigten Staaten, wo die Depressionen meistens nur eine einzige ostwärts gerichtete Zugstrasse durchwandern) so ausserordentliche Mannigfaltigkeit aufweisen, dass über die allgemeine Gültigkeit des obigen Satzes bei flüchtiger Betrachtung Zweifel aufkommen können, um so mehr, als auch noch die Temperaturvertheilung am Erdboden für diejenige der höheren Regionen nicht ganz maassgebend ist. Nichtsdestoweniger lässt sich die Richtigkeit dieses Satzes auch für die Einzelfälle aufrecht erhalten; es kommt hier nur darauf an, dass alle Umstände klar erkannt und gehörig gewürdigt werden, wobei allerdings die vertikale Temperaturvertheilung eine wichtige Rolle spielt. Berücksichtigen wir in letzerer Beziehung aber die normalen Verhältnisse, so können folgende Sätze als allgemein gültig angesehen werden: 1) Ist die Vertheilung des Luftdrucks und der Temperatur in der Umgebung der Depression nach demselben Sinne gerichtet, so dass sowohl der höchste Luftdruck, als auch die höchste Temperatur auf derselben Seite der Depression liegen, so erfolgt, wie schon oben dargethan, die Fortpflanzung der Depression nahezu senkrecht zum Druck- und Temperatur-Gradienten. 2) Ist Luftdruck und Temperatur in der Umgebung der Depression im entgegengesetzten Sinne vertheilt und beide ziemlich gleichwerthig, so wird die Bewegung der Depression gehemmt oder ganz aufgehoben (stationäre Depression); dabei nimmt die Depression eine längliche, mehr oder weniger verzerrte Form an, deren Längenaxe senkrecht zum Luftdruck- resp. Temperatur-Gradienten steht und an deren Enden sich häufig Theilminima loslösen, die dann der Luftströmung folgen, welche in der ganzen Luftsäule über der entsprechenden Gegend vorwiegt. 3) Ist bei derselben Vertheilung wie vorhin nach der einen Seite der Depression entweder der Luftdruck- oder der Temperatur-Gradient überwiegend, so wird die Richtung der Ortsbewegung durch das vorwaltende Element bestimmt. 4) Sind Luftdruck und Temperatur zwar nicht entgegengesetzt, aber auch nicht in demselben Sinne um die Depression vertheilt, so wird von der Depression eine resultirende Richtung eingeschlagen. —

ζ) Abnorme Bahnen der Minima.

Ist der oben angeführte Satz allgemein gültig, so wird er sich auch auf diejenigen Cyclonen anwenden lassen, welche in abnormalen Bahnen sich bewegen, und diese geben in der That sehr werthvolle Anhaltspunkte zur Prüfung. Zu diesem Zwecke habe ich aus den erratischen Bahnen diejenigen gewählt, bei welchen die Cyclonen keine oder doch nur eine sehr geringfügige östliche Componente aufweisen und diese in 5 Gruppen geschieden, je nachdem sie nach N, NW, W, SW oder S sich fortbewegten. Aus dem 9jährigen Zeitraum von 1876 bis 1884 erhielt ich 76 solcher anomaler Bahnen, welche sich nach Richtung und Jahreszeit folgendermassen gruppiren:

Richtung nach	N	NW	W	SW	S
Winter	1	6	1	2	
Frühjahr	5	4	3	2	5
Sommer	9	9	3	1	0
Herbst	2	7	3	4	3
October bis März	1	11	3	7	10
April bis September	16	15	7	2	4

Diese Tabelle ist sehr lehrreich und bietet manches Interesse. Am meisten vertreten sind die anomalen Bahnen mit nördlicher Componente, und unter diesen die mit nordwestlicher, am wenigsten die ganz nach W oder SW gerichteten, während die mit südlicher Componente in der Mitte liegen. In Bezug auf die Jahreszeit treten diejenigen mit nördlicher Componente in Contrast mit denjenigen mit südlicher. Denn auf 16 nordwärts gerichtete Bahnen in der wärmeren Jahreszeit kommt nur eine einzige ebensolche in der kälteren Jahreszeit, wogegen den 4 nach Süden verlaufenden in der wärmeren Jahreszeit 10 in der kälteren gegenüberstehen. Die nach Westen gerichteten Bahnen sind im Sommer mehr als doppelt so häufig als im Winter. Im Sommer liegt die grösste Erwärmung im Osten des europäischen Continentes, so dass hierdurch die vorwaltende Richtung nach Nord erklärt ist; umgekehrt ist der Westen Europas im Winter wärmer als der Osten und daher die vorwaltend nach Süden gerichteten Bahnen. Dieses Ergebniss stimmt sehr gut mit der Thatsache überein, worauf wir schon oben aufmerksam machten, dass die nach Südost gerichteten Zugstrassen hauptsächlich der kälteren, die nach Nordost gerichteten namentlich dem Sommer angehören.

Ferner ergab eine Untersuchung der Einzelfälle, dass diese sich mit geringen Ausnahmen aus der jeweiligen Luftdruck- und Temperaturvertheilung erklären lassen, und diese Ausnahmen dürften sich auf eine anomale verticale Temperaturvertheilung zurückführen lassen.

Die in obiger Tabelle angegebenen Häufigkeitszahlen für die verschiedenen anomalen Bahnen harmoniren mit einer Zusammenstellung, welche Cl. Ley [173]) für eine Zeitepoche von 9 Jahren für NW-Europa gemacht hat und die wir hier wiedergeben wollen. Es sind in dieser Tabelle noch angegeben die Lage der grössten Gradienten, die Fälle, in welchen das Minimum nicht mehr als 60 Meilen in den folgenden 24 Stunden zurückgelegt hatte (stationäre Minima) und ausserdem sind auch die Fälle noch aufgeführt, in welchen die Bewegungen eine östliche Componente hatten.

Grösster Gradient		Fälle des Fortschreitens der Depressionen nach								Stationäre Depressionen
Lage	Zahl	NE	E	SE	S	SW	W	NW	N	
E	38	4	2	3	—	2	1	5	15	6
SE	236	129	38	11	—	—	—	13	39	6
S	214	80	93	10	—	—	—	3	25	3
SW	149	19	64	34	8	—	—	3	11	10
W	64	6	12	15	12	1	—	1	6	11
NW	35	5	2	3	8	1	—	—	3	13
N	29	—	3	9	1	—	3	1	1	11
NE	25	7	2	3	2	3	2	3	3	10
Summe	790	250	216	88	31	7	6	29	103	68

Hiernach sind die nach Nord gerichteten Bahnen entschieden vorwiegend und die nach West und Südwest gerichteten treten entschieden zurück, was also dem Wesen nach mit unserer Tabelle übereinstimmt. Abweichend von dieser haben nach Cl. Ley die südlichen Bahnen eine etwas grössere Häufigkeit als die nordwestlichen. Wenn wir oben die Uebereinstimmung der anomalen Bewegung mit der Temperaturvertheilung zeigten, so folgt aus der Zusammenstellung von Cl. Ley, dass bei den nordwärts gerichteten Bahnen der steilste Gradient auf der Ostseite, dagegen bei den nach Süd verlaufenden auf der Westseite liegt.

Loomis [174]) theilt nach der Publication des Signal Office die Fälle, in welchen die Sturmbahnen am meisten von ihrer mittleren Richtung abwichen, in zwei Kategorien: 1) in jene, in welchen die Sturmbahn nach Nord abwich, und 2) in jene, in welchen die Abweichung südlich war und ungefähr von Nord nach Süd verlief. Er fand nun, dass in den ersteren Fällen die mittlere Geschwindigkeit der südlichen Winde um 10 % grösser war als die der nördlichen, und in den zweiten Fällen die nördlichen Winde eine ungefähr doppelt so grosse Geschwindigkeit hatten als die südlichen. Hiernach wären die Gradienten im Falle 1 auf der Ostseite der Depression, im Falle 2 auf der Westseite am steilsten, was mit den Verhältnissen in Europa übereinstimmt.

η) Erhaltungstendenz bei den einzelnen Zugstrassen.

Hat sich Luftdruck- und Temperatur-Vertheilung für eine bestimmte Zugstrasse einmal günstig gestaltet, oder mit anderen Worten, hat sich einmal die Wetterlage für eine bestimmte Zugstrasse günstig eingerichtet, so ist klar, dass die nach einander folgenden Depressionen diese Zugstrasse so lange befolgen werden, als sich Temperatur- und Druckverhältnisse nicht geändert haben, welche Aenderung hauptsächlich durch die mechanischen Wirkungen der Depressionen oder durch die Einwirkungen anderer das Gebiet durchziehender Minima, oder endlich durch andere allgemeiner wirkende Ursachen (Insolationsverhältnisse, Verlegung der grossen barometrischen Maxima und Minima) herbeigeführt wird. Da nun aber die Gebiete hohen Luftdruckes (im Gegensatze zu den nordamerikanischen Verhältnissen) in Europa eine entschieden ausgesprochene Erhaltungstendenz zeigen, so ist klar, dass die Witterungsvorgänge in unseren Gegenden längere Zeit hindurch, ja manchmal während ganzer Wochen und Monate denselben typischen Charakter zeigen können. Dass in der That die Aufeinanderfolge der Depressionen Regel ist, zeigt folgende Zusammenstellung, welche in Col. 5—7 die Anzahl der Fälle für die kältere Jahreszeit (k. J.), die wärmere (w. J.) und das Jahr (J.) wiedergiebt, in welchen neue Depressionen ungefähr auf demselben Gebiete folgten, in dem die in Col. 2—4 angegebenen Minima zuerst auftraten:

Zugstr.	Anzahl der Fälle überhaupt			nachfolgende Cyclonen			in Procenten		
	k. J.	w. J.	Jahr	k. J.	w. J.	Jahr	k. J.	w. J.	Jahr
II	14	6	20	11	3	14	79	50	70%
III	20	—	20	17	—	17	85	—	85
IV	14	17	31	12	11	23	86	65	74
Va	10	4	14	1	1	2	10	25	14
II, III, IV	48	23	71	40	14	54	83	61	76%

Nach dieser Tabelle waren bei den Zugstrassen II, III und IV von 100 Cyclonen 76 von weiteren Cyclonen gefolgt, welche, wie sich aus der Untersuchung der Einzelfälle ergab, dann meistens erschienen, wenn die ersteren Cyclonen beim Vorübergange sich befanden. Obgleich diese Cyclonen meistens an der Stelle ihrer Vorgänger erschienen, so hielten sie doch durchschnittlich nicht ganz die Zugstrasse bei (am meisten noch bei der Zugstrasse III), sondern bogen nachher gewöhnlich ab, wandelten sich um oder füllten sich aus. Die Erhaltungstendenz tritt in der kälteren Jahreszeit viel entschiedener hervor, als in der wärmeren, wie auch die Luftdruckverthei-

lung in der ersteren typischer ist, als in der letzteren. Bei der Zugstrasse Va wird die Cyclone sehr selten von einer neuen gefolgt, vielmehr ist die Bildung einer Anticyclone im Nordwesten oder Norden der häufigste Fall.

Dass die Wetterlage nicht etwa beim Fortschreiten der Minima nach und nach günstig für die eine oder andere Zugstrasse umgestaltet zu werden braucht, zeigte eine Untersuchung der Wetterlage vor 24 Stunden, ehe die Cyclone in die betreffende Zugstrasse einbog. Es wurden für die einzelnen Zugstrassen Wetterkarten dargestellt, welche die mittlere Luftdruckvertheilung 24 Stunden vor Erscheinen des Minimums darstellten; alle diese Karten zeigten sehr bestimmt den Typus der Druckvertheilung, welche jeder Zugstrasse zukommt, so dass wohl kein Zweifel mehr obwaltet, dass schon die ursprüngliche Wetterlage, wenigstens in Bezug auf den Luftdruck, durchschnittlich alle Bedingungen erfüllt, dass eine Cyclone eine ganz bestimmte Zugstrasse einschlägt und verfolgt. Wird von den Cyclonen die Zugstrasse geändert, so erfolgt auch mit diesem Wechsel eine für die einzelnen Gebiete mehr oder weniger entschiedene Aenderung der Witterungsverhältnisse, zumal dann, wenn die nun eingeschlagene Zugstrasse von der verlassenen eine verschiedene Richtung hat, z. B. wenn die Cyclonen von einer nach Nordost gerichteten Zugstrasse in eine nach Südost verlaufende umbiegt.

Aus den Wetterkarten des Petersburger Centralobservatoriums für 1872 und 1873, auf welchen Zeitraum 107 Cyclonen kamen, bestimmte Köppen[175]) die Wahrscheinlichkeit des Eintrittes einer neuen Cyclone (0 = absolutes Nichteintreffen, 1 = Gewissheit des Eintreffens):

in weniger als 24 Stunden nach einer andern	0,33
nach einem Zwischentage	0,32
„ 2 oder 3 Zwischentagen	0,19
„ 4, 5 oder 6 „	0,19
„ 7—10 „	0,18
„ 11—24 „	0,16

„Ist also eine barometrische Depression über den Beobachtungsort weggegangen und entfernt sich von demselben, so ist eine erhebliche Wahrscheinlichkeit vorhanden, dass man schon am folgenden oder nächstfolgenden Tage in das Gebiet einer neuen Depression gelangen werde; sind dagegen mehrere Tage verflossen seit der Entfernung oder dem Verschwinden jener Depression und haben sich in der Zwischenzeit mehr gleichförmige Druckverhältnisse her-

gestellt, so ist die Gefahr, dass man zum folgenden Tage einer Depression entgegengehe, ungefähr um die Hälfte geringer."

Mit meinem oben angegebenen Untersuchungsergebnisse stimmt auch eine Bemerkung Spindler's[176]), welcher die Sturmbahnen von 1875—1877 untersuchte, überein:

„Bei einer genauen Untersuchung der Sturmkarten zeigt sich, dass Cyclonen, die sich an nicht zu weit von einander gelegenen Orten zeigen, sich zuweilen im Verlaufe eines grösseren oder geringeren Zeitraumes in gleicher Richtung fortpflanzen. Eine angenäherte Berechnung ergab, dass man, wenn 2 Cyclonen sich in einer grösseren gleichen Richtung fortgepflanzt haben, mit einer Wahrscheinlichkeit von 38 pro 100 schliessen könne, die dritte Cyclone, die aus derselben Gegend, wie die beiden ersten, kommt, werde auch die gleiche Richtung einschlagen. Die vorstehenden Schlüsse beziehen sich auf alle Cyclonen, die mit ihrem Centrum den Continent von Europa betreten."

Es sei hierbei noch bemerkt, dass schon durch die in den Wetterkästen der Seewarte seit 1876 an den Signalstellen ausgestellten Erläuterungen zu den Hafentelegrammen und Wetterkarten der Deutschen Seewarte auf diesen Punkt für Nordwesteuropa ausdrücklich hingewiesen wurde.

ϑ) Bedeutung der Zugstrassen für die Witterungserscheinungen in unseren Gegenden*).

Aus den vorhergehenden Darlegungen folgt die hohe Wichtigkeit, bei Beurtheilung der wahrscheinlichen Aenderung der Wetterlage die Vertheilung des Luftdruckes und der Temperatur in möglichst weiter Umgebung zu kennen, insbesondere aber die Uebersicht über die Witterungsvorgänge nach Westen hin möglichst zu erweitern. Um z. B. entscheiden zu können, welche Bahn eine im Westen, etwa bei den britischen Inseln, auftauchende Cyclone einschlage und wie sich das Wetter in unserer Gegend einrichten wird, ist es unbedingt nothwendig, Luftdruck- und Temperaturvertheilung auf dem atlantischen Ocean, wenigstens auf der östlichen Seite zu kennen. Vor allem ist das Hauptaugenmerk zu richten auf das Verhalten der Anticyclonen und Cyclonen, welche gewisse Gegenden unserer Erde charakterisiren, auf ihre Umwandlungen und Ver-

---

*) Vergl. unten die kleinen Kärtchen: „Mittlere Vertheilung des Luftdruckes und der Temperatur-Abweichung etc." (Fig. 56 u. 57).

schiebungen; denn neben der Temperatur sind sie das Bedingende für das Auftreten und die Fortpflanzung unserer kleineren Cyclonen und somit für die Witterungsphänomene unserer Gegenden. Hierdurch erhalten wir, so zu sagen, einen höheren Standpunkt, um die einzelnen Witterungsvorgänge und Witterungsepochen übersehen zu können und zu beurtheilen, ob und warum in gegebenen Fällen der Witterungscharakter für längere Zeit beharrlich sein wird oder nicht. Das ist die wissenschaftliche und verwerthbare Basis einer Wetterprognose auf längere Zeit, ein sicherlich hochwichtiges Ziel! Auf diesen Gegenstand werde ich weiter unten noch zurückzukommen haben, vorläufig wollen wir unsere Betrachtungen nur an das Material anlehnen, welches uns durch die täglichen Wetterkarten zur Verfügung steht.

Würden wir auch in jedem einzelnen Falle darüber ganz gewiss sein, welchen Weg eine gegebene Depression für die nächste Zeit einschlagen wird und wie rasch sie sich fortpflanzt, so würden, trotz der hohen Wichtigkeit dieser Erkenntniss für die ausübende Witterungskunde, dennoch viele Fragen zu lösen sein, die sowohl für Sturmwarnungen als Wetterprognosen überhaupt von sehr gewichtiger Bedeutung sind, so dass das langersehnte und viel verheissende Ziel auch dann noch lange nicht erreicht wäre. Ueber die Entstehung, Entwickelung, Verwandlung und Wirkung der Depressionen, über die vielen, manchmal scheinbar unbedeutenden Modifikationen in der Wetterlage, die jedoch häufig ausserordentliche Aenderungen des Wetters hervorbringen, sind wir meistens noch im Unklaren und nur ganz allmählich dürften wir hier durch fortgesetztes systematisches Studium in unserer Erkenntniss weiter fortschreiten. Aus diesen Gründen möge auch ein kleiner Beitrag zur Lösung dieser Fragen, wie er durch diese Darlegungen geboten sein soll, nicht unwillkommen sein, insbesondere aber möchte ich hier einen Weg vorzuzeichnen versuchen, auf welchem es gelingen wird, zu weiteren Erkenntnissen fortzuschreiten und sich dem Ziele, welches der ausübenden Witterungskunde gesteckt ist, immer mehr, wenn auch langsam und durch unverdrossene Arbeit, zu nähern.

In dem Folgenden wollen wir nun die Witterungserscheinungen und ihre Aenderungen näher in's Auge fassen, wie sie sich für die einzelnen Zugstrassen ergeben, um hieraus eine schematische Uebersicht der Witterungsvorgänge abzuleiten, wie sie etwa bei Aufstellung von Wetterprognosen verwerthet werden könnte.

Zugstrasse I. Kältere Jahreszeit. Obgleich der Kern

der bei dieser Zugstrasse in Betracht fallenden Depressionen im hohen Nordwesten über Island und Umgebung liegt, so ist sie doch für das Wetter und das Klima überhaupt in Europa die wichtigste. Denn dieselbe verlangt die Entwickelung niederen Luftdruckes nordwestlich und nördlich von Europa und bei ihrer Entwickelung sind alle Bedingungen für einen milden Witterungscharakter gegeben, wenigstens für Nordwesteuropa. Ob dieser sich auch über Deutschland erstreckt, ist lediglich durch die Lage des barometrischen Maximums bedingt. In den meisten Fällen lagert dieses über Osteuropa und steht dann gewöhnlich im Zusammenhang mit der grossen Anticyclone, welche in dieser Jahreszeit das continentale Asien bedeckt, in anderen Fällen über Südeuropa, etwa über Spanien, Südfrankreich und der Alpengegend und bildet dann nicht selten die Fortsetzung des hohen Luftdruckes der Rossbreiten, zuweilen auch über Centraleuropa. Die Häufigkeit dieser verschiedenen Lagen, welche bei dieser Untersuchung in Betracht gezogen wurden und der Zeitepoche 1876—1884 angehören, verhalten sich wie 20: 16: 11, so dass wir das barometrische Maximum bei Zugstrasse I am häufigsten im Südosten am seltensten über Centraleuropa antreffen. Den Effect dieser Situationen wollen wir in jedem dieser 3 Fälle betrachten.

αα) Maximum über Südosteuropa. Der Wirkungskreis der Cyclonen, welche über dem Ocean im Nordwesten vorbeiziehen, ist ein ausserordentlich grosser und erstreckt sich weit süd- und ostwärts in unseren Continent hinein. Seine Begrenzung ist durch die „continentale Axe" gegeben, welche von Centralspanien über Bayern nach dem schwarzen Meere verläuft. Die Isobaren verlaufen über Centraleuropa nach Nordost. Dieser Wetterlage entsprechend erhält die oceanische Luft freien Zugang über Nord- und Mitteleuropa und der Transport wird um so lebhafter sein, je grösser die Luftdruckunterschiede zwischen Nordwest und Südost sind. Diese Luft ist aber warm und feucht und warmes mildes Wetter mit Regenfällen wird für diese Situation charakteristisch sein. Die Regenfälle werden im westlichen Deutschland am häufigsten sein, welches zunächst den Einflüssen des oceanischen Luftstromes ausgesetzt ist, und in den östlichen Gebietstheilen etwas zurücktreten.

Als Beispiel führe ich die Witterungsvorgänge am 30. und 31. December 1878 an, welche durch die nachstehenden Wetterkarten übersichtlich dargestellt sind.

Auf der Wetterkarte am 30. liegt ein Minimum von etwa 730^{mm}

bei den Hebriden, auf der Zugstrasse I fortschreitend und Wind und Wetter auf der ganzen Nordwesthälfte Europas beherrschend, während das Maximum über Südosteuropa bis zu etwa 770mm hinaufreicht. Der oceanische Luftstrom ergiesst sich über Frankreich, Deutschland, das Nord- und Ostseegebiet; auf der Südseite der Cyclone ist er am stärksten und hier ist auch die Erwärmung am grössten. Die Nullisotherme streift die ostdeutsche Grenze, die westdeutsche hat 5° Wärme, im westlichen Frankreich liegt die Temperatur 10—15° über dem Gefrierpunkte, am finnischen Busen, der noch im Bereiche

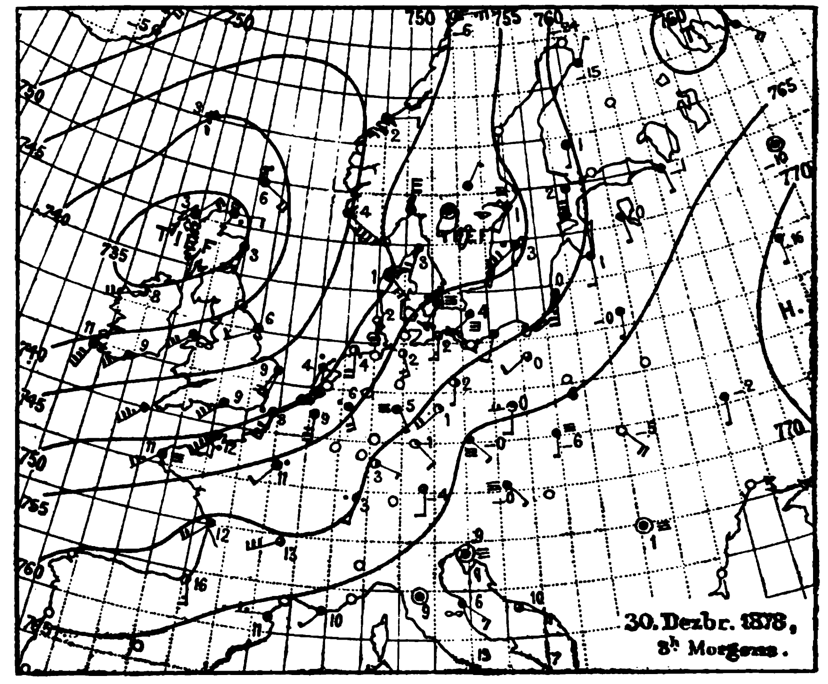


Fig. 35. (Wegen der Zeichen vergl. Fig. 5a und 5b Seite 102.)

der warmen Luftströmung liegt, herrscht eben noch Thauwetter, dagegen Haparanda, welches nicht unter dem Einflusse dieses Stromes steht, hat strenge Kälte (— 24° C.). Was die Witterungszustände betrifft, so ist das Wetter auf der ganzen Südostseite der Cyclone trübe, vielfach fällt Regen, nur in Deutschland herrscht zur Beobachtungsstunde noch vielfach heiteres Wetter; weiter nach Südost hin ist das Wetter ruhig und neblig, wie es der Anticyclone eigen ist.

Die folgende Wetterkarte vom 31. December giebt Aufschluss darüber, wie sich das Wetter in den nächsten 24 Stunden geändert

hat. Das Minimum ist nach der norwegischen Küste fortgerückt und an seine Stelle ein anderes von ungefähr derselben Tiefe getreten. Der höchste Luftdruck ist westwärts fortgeschritten und hat sich in 2 Maxima (von 770^{mm}) gespalten, von denen das eine über Südfrankreich, das andere über der Adria liegt. Hierdurch hat der oceanische Luftstrom einen weiteren Impuls nach Osten erhalten, er dringt mit grosser Lebhaftigkeit in den Continent ein, und verbreitet sich weit in die nördlichen Gebietstheile. Die Wirkungen dieses Stromes sind gekennzeichnet durch Erwärmung und Regenfälle.

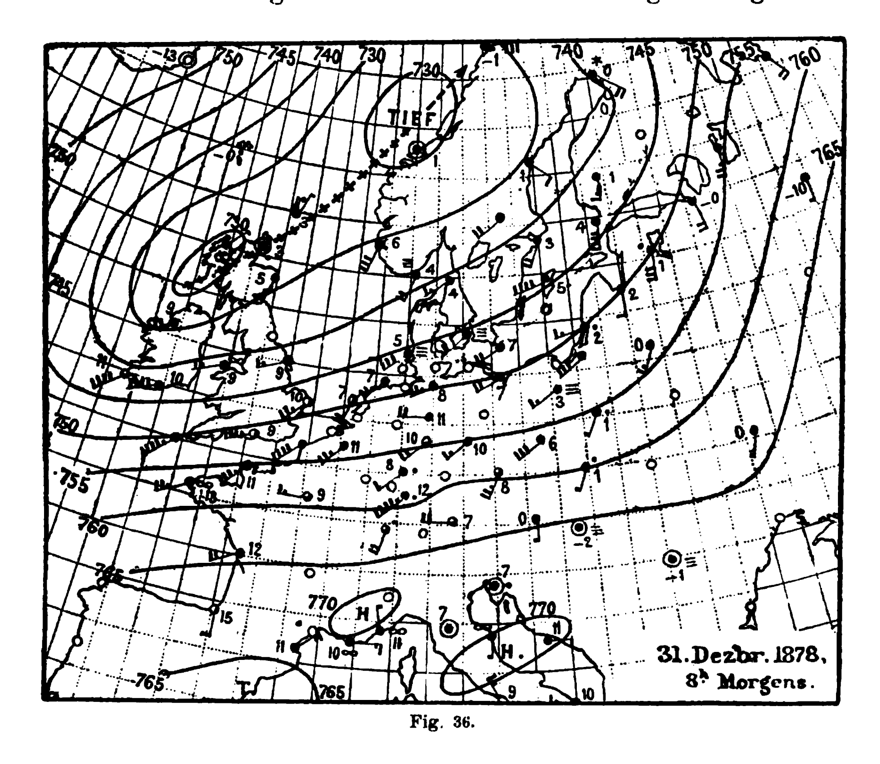


Fig. 36.

Die Isotherme von 10° ist nach dem westlichen Deutschland, die von 5° nach Ostdeutschland gerückt, während die Nullisotherme nach dem Inneren Russlands gewandert ist; in Haparanda ist Thauwetter eingetreten. An der deutschen Küste liegt die Morgentemperatur 5—9, im deutschen Binnenlande 6—12° über dem Mittelwerthe. — Auch das Wetter hat sich in Deutschland erheblich geändert: an Stelle der heiteren, meist trockenen Witterung sind Trübung und Niederschläge getreten, in den letzten 24 Stunden ist in ganz Deutschland Regen gefallen, an der Küste bis zu 13, im Binnenlande bis zu 15^{mm}. Die Winde

sind erheblich aufgefrischt und nehmen noch in der Neujahrsnacht einen stürmischen Charakter an, und zwar unter dem Einflusse der Cyclone, welche am Morgen über Schottland lag und auf derselben Zugstrasse nordostwärts nach der norwegischen Küste weiter wanderte.

Dass aber fast bei derselben Luftdruckvertheilung die Witterung in Deutschland einen ganz andern Charakter haben kann, als den eben dargestellten, folgt aus den Wetterkarten des ganzen Zeitraums vom 26. Januar bis zum 7. Februar 1880, welcher dem denkwürdigen strengen Winter 1879 auf 1880 angehört. Aus den Wetterkarten

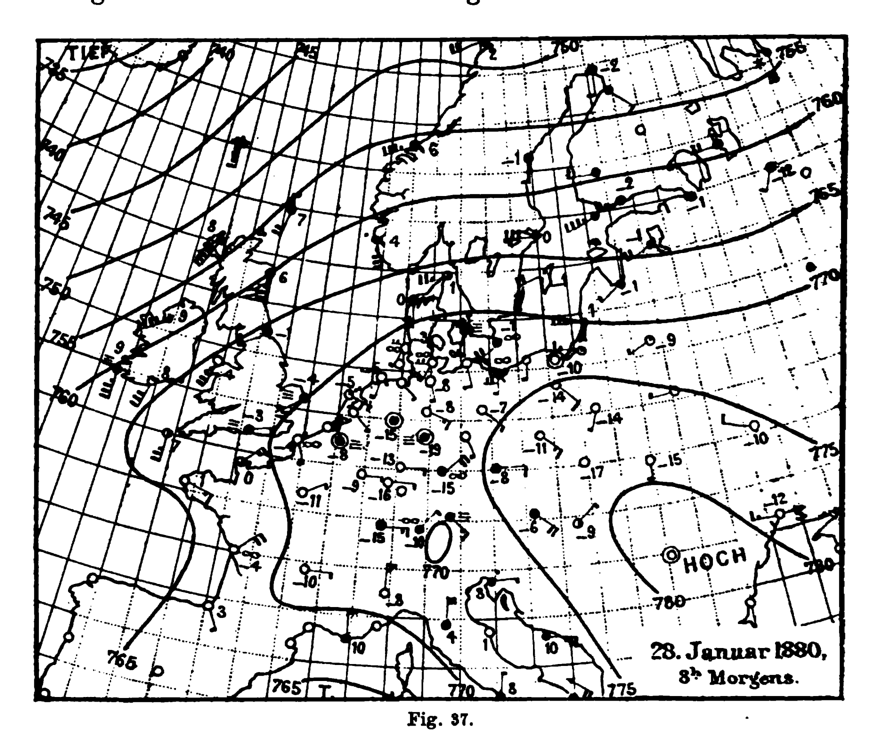


Fig. 37.

nehme ich als Repräsentanten diejenige vom 28. Januar 1880 heraus, welche in mancher Beziehung lehrreich ist.

Auch hier lagert ein umfangreiches Depressionsgebiet über dem Ocean im Nordwesten von Europa und ein barometrisches Maximum von über 780mm über Südosteuropa. Indessen ist der Verlauf der Isobaren über Centraleuropa ein ganz anderer, wie in dem vorher besprochenen Falle: am 30. und 31. December sind dieselben cyclonal gekrümmt, indem sie die concave Seite dem niedersten Luftdrucke zuwenden, dagegen am 28. Januar 1880 anticyclonal,

die concave Seite nach dem barometrischen Maximum kehrend. Diesem Gegensatze entspricht auch ein Contrast in den Wind- und Witterungsverhältnissen: im ersteren Falle sehen wir auf den Wetterkarten einen lebhaften oceanischen Luftstrom über Deutschland sich ergiessen, begleitet von sehr warmem und regnerischem Wetter, im letzteren Falle sind schwache continentale, meist östliche Winde vorherrschend, welche von heiterem, stellenweise nebligem Wetter und eisiger Kälte begleitet sind. Die Morgentemperatur an diesem Tage betrug in Cöslin — 11,8°, in Hamburg — 8,3°, in Münster i. W. — 15,2°, in Thorn — 14,5°, in München — 15,3°, während das Temperaturminimum in Cassel auf — 19,3° herabgieng. Obgleich während dieser ganzen Kälteepoche beständig Cyclonen, und vielfach intensive, in Nordwesteuropa auf Zugstrasse I fortschritten, so konnten diese keine Linderung der strengen Kälte hervorbringen. Erst am 9. Februar, als eine Cyclone im Südwesten der britischen Inseln erschien und den Lufttransport vom Ocean nach dem Continente wiederherstellte, erfolgte in Deutschland wieder rasche Erwärmung.

ββ) Maximum über Südeuropa. Das barometrische Maximum liegt, wie bereits oben bemerkt, über Spanien, Südfrankreich oder dem Alpengebiet und steht gewöhnlich in Beziehung mit dem Maximum der Rossbreiten. Die Isobaren über Centraleuropa haben eine mehr östliche Richtung als im vorhergehenden Falle. Auch bei dieser Lage ist die oceanische Luftströmung entschieden vorherrschend, meistens lebhaft und zuweilen stürmisch. Warmes Wetter mit Regenfällen wird daher bei dieser Situation die Regel sein. Als Repräsentanten dieser Wetterlage wählen wir die Wetterkarte vom 2. und 3. Januar 1880, welche den Vorübergang resp. die Rückseite einer sich auf Zugstrasse I fortbewegenden Cyclone darstellen.

Nach der Wetterkarte vom 2. Januar 1880 dringen die feuchtwarmen Seewinde weit ostwärts in unseren Continent hinein und überfluthen Deutschland in einem lebhaften Strome, welcher im nordwestdeutschen Küstengebiete einen fast stürmischen Charakter annimmt. Das Wetter ist trübe, regnerisch und ungewöhnlich warm; der Wärmeüberschuss beträgt an der deutschen Küste 2—10, im Binnenlande 4 1/2—9°.

Am 3. morgens liegt die Cyclone bei Finnmarken, auf der Nord- und Ostsee vielfach stürmische westliche Winde hervorrufend, während der hohe Druck sich etwas nordwärts nach den britischen Inseln ausgebreitet hat. Die quer durch Centraleuropa verlaufende Isobare, welche die Orte mit einem Barometerstande von 770 mm (reducirt

auf das Meeresniveau) verbindet, ist nach Südost gerichtet, so dass jetzt die Winde, ohne ihren Charakter als Seewinde zu verlieren, eine mehr nördliche Richtung haben. Dementsprechend zeigen fast alle deutschen Stationen eine Erniedrigung der Temperatur, obgleich diese noch erheblich über dem Normalwerthe bleibt.

Die eben erwähnte Ausbreitung des Maximums im Süden nach Norden und Nordosten ist der gewöhnliche Fall und ist in der Regel von Abkühlung begleitet, wesshalb hierauf bei Beurtheilung der zu erwartenden Wetterlage besondere Rücksicht genommen werden muss.

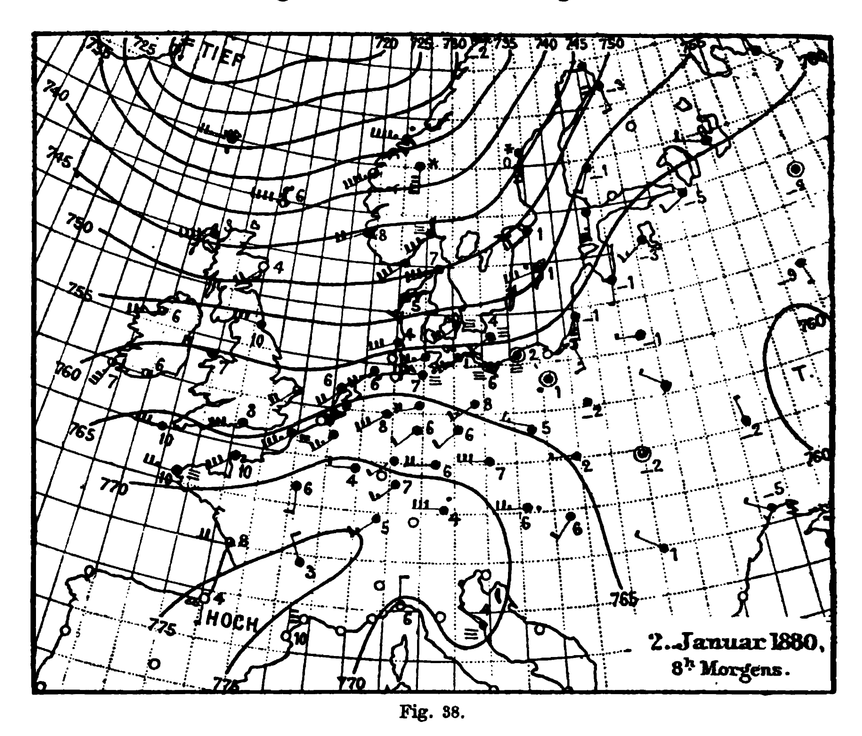


Fig. 38.

γγ) Maximum über Centraleuropa. In meinen „Typischen Witterungserscheinungen" kennzeichnete ich die Witterung bei dieser Wetterlage mit den Worten: „diese Situation ist charakterisirt durch ruhiges und (abgesehen von Bodennebeln) heiteres trockenes Wetter und strenge Kälte". Diese Angabe beruht zum grossen Theil darauf, dass in dem Zeitraum 1876—80 mehrere Wetterkarten aus dem ausserordentlich strengen Winter 1879—80 diese Situation zeigten. Indessen hat eine sorgfältige Durchsicht des Materials, insbesondere desjenigen aus dem Zeitraum 1880—84 gezeigt, dass die Tem-

peratur bei dieser Wetterlage durchschnittlich über dem Normalwerthe liegt, selbst dann, wenn das barometrische Maximum über Centraleuropa liegt, und auf dem ganzen Gebiete schwache continentale Winde herrschen und die Ausstrahlung zur vollen Geltung kommen kann. Wie sehr die Witterungserscheinungen selbst bei sehr ähnlichen Wetterlagen verschieden sein können, bringe ich durch die beiden folgenden Wetterkarten zur Veranschaulichung, von denen die eine sich auf den 22. December 1879, die andere auf den 19. Januar 1884 bezieht.

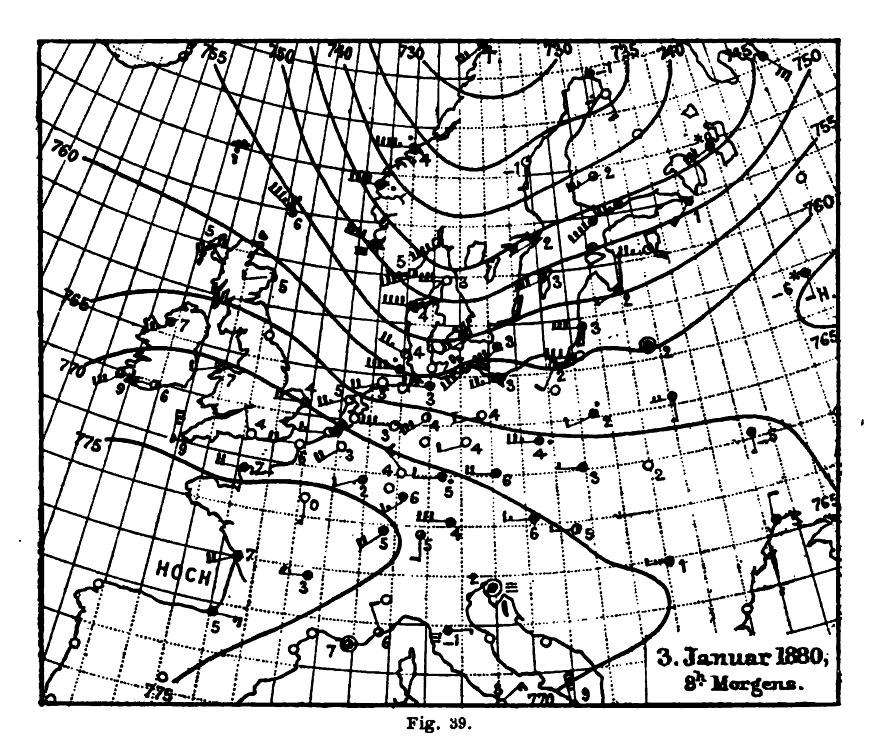


Fig. 39.

In beiden Fällen liegt ein Minimum von nahezu gleicher Intensität im hohen Norden und ein Maximum von etwas weniger als 780^{mm} etwa zwischen München und Breslau. Die Isobaren verlaufen in beiden Fällen in östlicher Richtung durch das Nord- und Ostseegebiet, wo stellenweise starke westliche und südwestliche Winde herrschen. Dagegen im Binnenlande ist ein Lufttransport vom Ocean her nicht zu erkennen, und ausserdem die Luftbewegung überall sehr schwach. Das Wetter ist allenthalben heiter oder neblig. Trotz dieser fast gleichen Umstände sind die Temperaturverhältnisse, welche

hier den Ausschlag geben, total von einander verschieden. Am 22. December 1879 treffen wir ein Gebiet mit ungewöhnlich strenger Kälte über Frankreich und Deutschland, in dem ganzen Streifen zwischen Paris, Clermont und Breslau liegt die Temperatur 16 bis 20° unter dem Gefrierpunkte, stellenweise hat am Nordfusse das Temperaturminimum — 23° erreicht.

Ganz anders am 19. Januar 1884, wo die Nulllinie von Clermont über Karlsruhe nach München verläuft und sich dann nach Riga wendet, so dass nördlich und westlich von dieser Linie überall

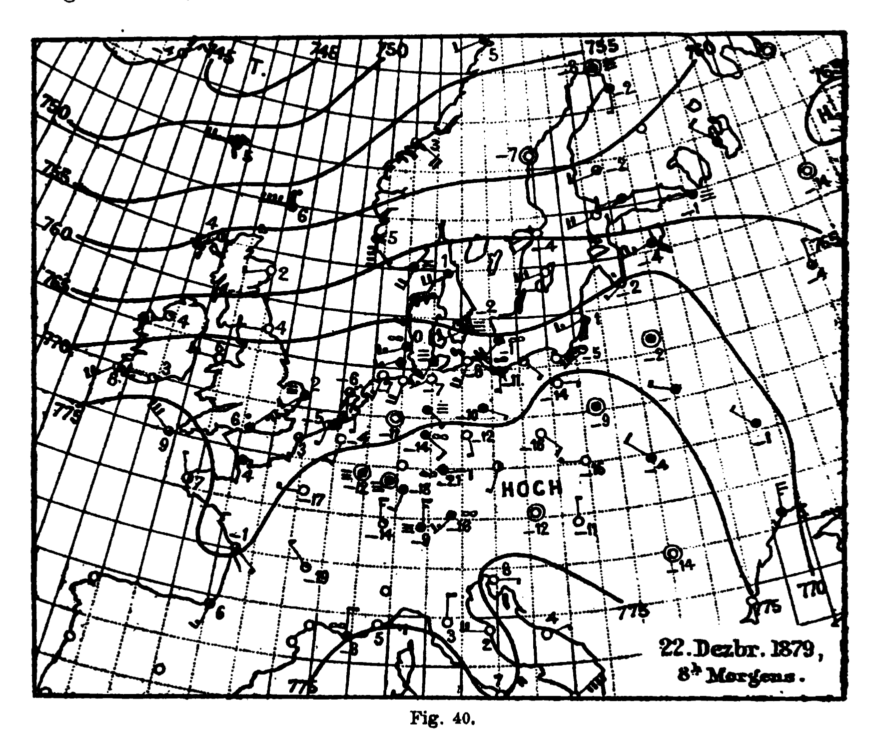


Fig. 40.

Thauwetter herrscht. In Nord- und Mitteldeutschland liegt die Morgentemperatur 2 bis 7° über dem Normalwerthe, in Süddeutschland ist meistens noch ein erheblicher Wärmeüberschuss.

Um bei dieser Situation ein Urtheil über die wahrscheinlich sich vollziehenden Witterungsvorgänge sich zu verschaffen, ist es nothwendig, jeden einzelnen Fall für sich genau zu untersuchen. Bei diesen ist zu berücksichtigen, welche Winde für ein bestimmtes Gebiet die vorherrschenden sein werden, und aus welcher Gegend sie kommen, wie die Himmelsbedeckung beschaffen ist, ob eine

Schneedecke vorhanden ist oder nicht, indem diese nicht wenig zur Entwickelung und Erhaltung strenger Winterkälte beiträgt. Dabei scheinen sehr oft dynamische Wirkungen vorzukommen, indem die über dem Maximum herabsinkende und erwärmte Luft (vgl. oben Seite 175) bis auf die Erdoberfläche gelangt und hier überall die Temperatur erhöht. Hierfür bietet der Winter 1879—80 mehrere hervorragende Beispiele. —

In allen diesen 3 Fällen kommen bei dieser Zugstrasse auf der Südseite der Cyclonen, über den britischen Inseln oder der Nordsee,

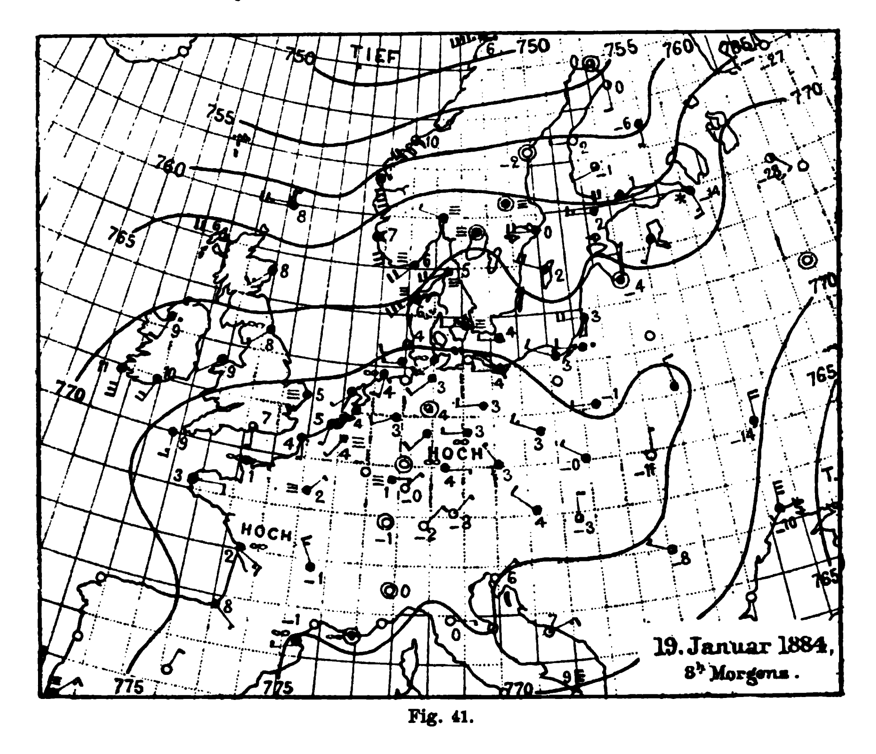


Fig. 41.

nicht selten Theilbildungen vor, welche einen raschen Wechsel der südwestlichen Winde in nordwestliche mit rascher Abkühlung und Witterungswechsel veranlassen, welcher häufig von Gewittererscheinungen begleitet ist, namentlich bei starker Luftbewegung und starker Abnahme der Temperatur nach Osten hin. So stehen die heftigen Gewitter, welche am 11. und 12. October 1877 successive westostwärts fortschreitend an den Südküsten der Nord- und Ostsee stattfanden, mit dem Umgehen der starken Südwestwinde in nordwestliche und der dadurch bedingten Abkühlung im Zusammenhang.

Auch die Gewitter am 15. und 16. desselben Monats hatten denselben Ursprung. Vom 11. auf den 12. October 1878 gab ebenfalls ein Theilminimum, welches sich unserer Küste entlang fortbewegte, unter denselben Verhältnissen wie vorhin, Veranlassung zur Gewitterbildung. Aehnliche Erscheinungen fanden am 23. Januar 1878 statt, wo am Abend und in der Nacht im nordwestlichen Deutschland Gewitter auftraten. Schon 2 Tage vorher, vom 21. auf den 22. waren zwar die Winde von Südwest nach Nordwest umgegangen, jedoch ohne Gewittererscheinungen, da die nordwestlichen Winde vermöge ihres Ursprungs in diesem Falle nicht abkühlend, sondern vielmehr erwärmend wirkten.

Zugstrasse I, wärmere Jahreszeit. Entsprechend der mittleren Luftdruckvertheilung in dieser Jahreszeit liegt das barometrische Maximum im Mittel nicht mehr über Oesterreich-Ungarn, sondern über dem centralen oder südlichen und südwestlichen Europa und steht wohl meistens mit dem grossen Maximum der Rossbreiten im Zusammenhang. Die oben erwähnte continentale Axe, welche den oceanischen Einfluss nach Süden und Osten begrenzt, liegt durchschnittlich viel nördlicher, als in der kälteren Jahreszeit. Ruhiges, heiteres, trockenes und warmes Wetter sind für diese Zugstrasse in der wärmeren Jahreszeit charakteristisch, insbesondere dann, wenn das Maximum über Centraleuropa liegt. Da in dieser Jahreszeit, abweichend von den Verhältnissen in der kälteren, Bodennebel nicht häufig sind, so ist der Einstrahlung kein Hemmniss entgegengesetzt und die Temperaturen erreichen in dieser Jahreszeit zuweilen einen ausserordentlich hohen Werth. Regenfälle sind in den eigentlichen Sommermonaten zwar häufig, sind aber meistens Begleiter von Gewittern, welche bei dieser Zugstrasse nicht selten sind, oder ereignen sich dann hauptsächlich, wenn das Maximum über Südwesteuropa liegt.

Mit der Frequenz dieser Zugstrasse fallen die wärmsten Sommertage zusammen. So waren bei der eben dargestellten Situation die Tage vom 7. bis zum 12. Juni 1877 durch ausserordentlich hohe Temperaturen charakterisirt. Am 12. um 2^h p. m. zeigte das Thermometer in München und Wien 30^0, in Cassel 31^0 und in Leipzig und Berlin sogar 34^0. Aber vom 12. auf den 13. verlegte sich das Maximum nach den britischen Inseln, nördliche Luftströmung gewann in Deutschland allenthalben die Oberhand und die jetzt erfolgende Abkühlung war durch zahlreiche, im Nordseegebiete beginnende, und nach Osten und Süden sich verbreitende Gewitter, vielfach von heftigen Regengüssen begleitet, gekennzeichnet.

Vom 17. bis 19. Mai 1878 war ungefähr dieselbe Situation massgebend, und ebenso erreichte die Temperatur ausserordentlich hohe Werthe. Die beiden folgenden Wetterkarten veranschaulichen die Wetterlage am 18. und 19. Mai 1878.

Am 18. lag ein umfangreiches Gebiet hohen Luftdruckes über Mittel- und Südeuropa charakterisirt durch ruhiges, trockenes und meist wolkenloses Wetter. Am Morgen erstreckte sich ein Streifen mit einer Temperatur über 20° von der westfranzösischen Küste nordostwärts nach dem nordöstlichen Deutschland hin, Deutschland

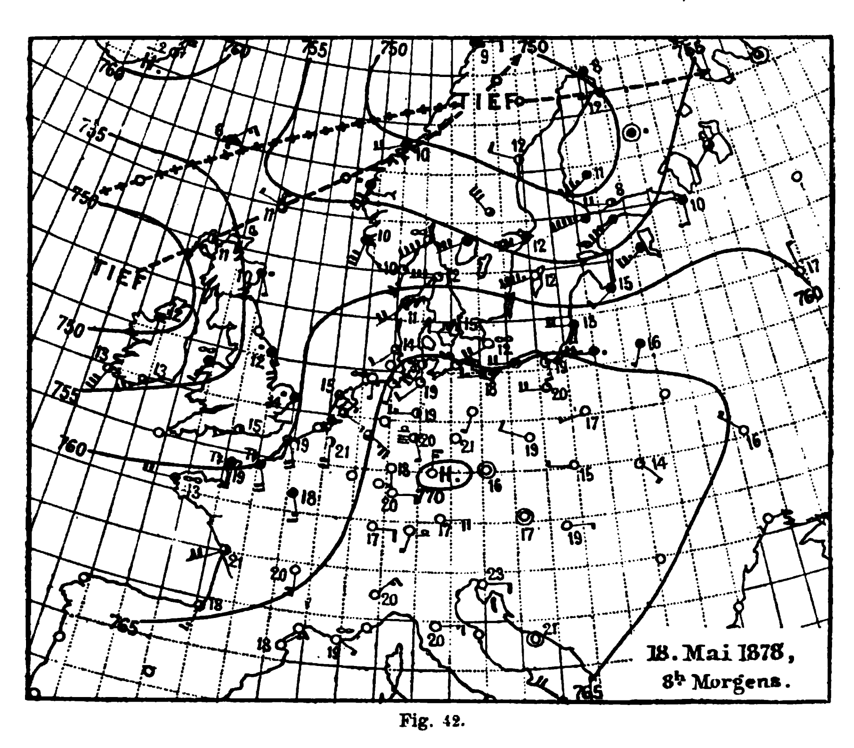


Fig. 42.

hatte bis zu 8½° Wärmeüberschuss; am Nachmittage erhob sich die Temperatur im centralen Deutschland bis zu 28°. Aber vom 18. auf den 19. verlegte sich das barometrische Maximum nach Südwesteuropa und die kältere oceanische Luft drang jetzt in lebhaftem Strome in den hoch temperirten Continent. Dieses Eindringen machte sich vom Nachmittage bis Mitternacht durch schwere und ausgedehnte Gewitter bemerkbar, welche das nördliche Deutschland in der Richtung von West nach Ost durchzogen (2^h p. m. Borkum, 6^h p. m. Hamburg, 10^h p. m. Stettin, $2\frac{1}{2}^h$ a. m. Danzig),

während ein zweiter Gewitterzug am Abend den Mittelrhein und um Mitternacht Cassel heimsuchte. Die Abkühlung erfolgte zunächst über Nordfrankreich, dann über Westdeutschland und nachher auch (am 20.) über Ostdeutschland, so dass am 20. die Temperatur stellenweise unter dem Normalwerthe lag.

Zugstrasse II, kältere Jahreszeit. Das barometrische Maximum liegt in der Regel über Spanien oder Südfrankreich, zuweilen auch über dem Alpengebiete, seltener über Deutschland und noch seltener westlich von Frankreich. Diese

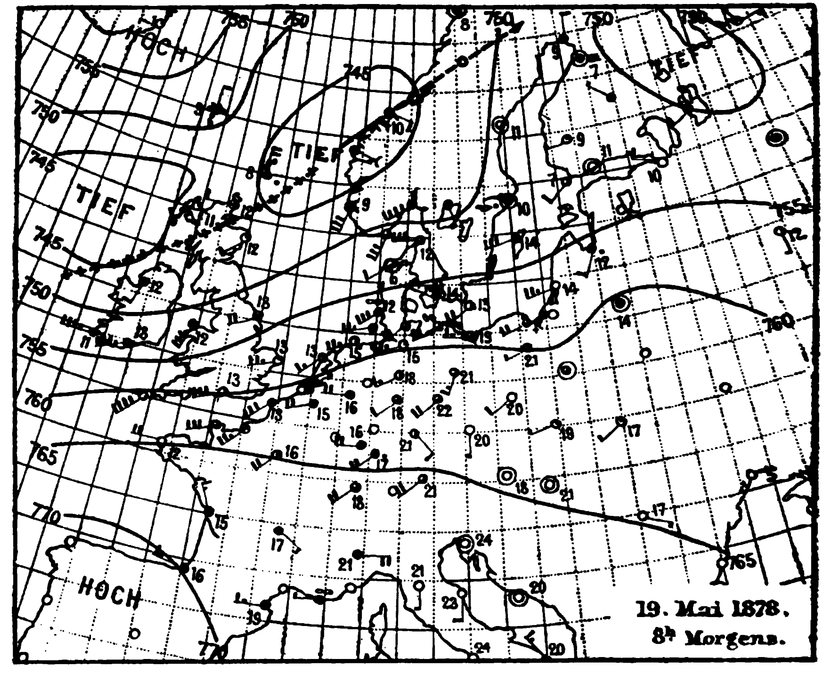


Fig. 43.

Fälle verhalten sich (1876—1880) wie 9 : 4 : 3 : 2. Der Luftdruck über Ost- und Südosteuropa tritt zurück. In mehr als der Hälfte der Fälle wandert das Maximum ost- oder südostwärts, zuweilen bleibt es stationär, seltener verschiebt es sich nordwärts. Die mittlere „continentale Axe“ verläuft durch Biarritz, München und Charkow, sich südostwärts verschiebend. Die Isobaren sind über Centraleuropa von West nach Ost gerichtet. Wie bei der Zugstrasse I ist die Lage des barometrischen Maximums, sowie der Verlauf der Isobaren für die Witterungsverhältnisse unserer Gegenden massgebend, je-

doch wird warmes, trübes und regnerisches Wetter mit lebhaften südwestlichen bis nordwestlichen Winden das vorwiegende sein. Dieses wird hauptsächlich bei der Lage des Maximums in Südeuropa, welche, wie bereits oben erwähnt, die gewöhnliche ist, der Fall sein; dagegen wird nasskaltes Wetter die Regel sein, wenn das Maximum sich nach dem westlichen Frankreich verschiebt. Zugstrasse II unterscheidet sich in Bezug auf Wind und Wetter von Zugstrasse I hauptsächlich durch grössere Schwankung der Bewölkung, durch häufigere und reichlichere Niederschläge, durch grössere Lebhaftigkeit der westlichen Luftströmung und durch die grössere Wahrscheinlichkeit des Umgehens der südwestlichen Winde nach der nordwestlichen Richtung. Auf der Vorderseite der Cyclonen findet Erwärmung, auf der Rückseite Abkühlung statt.

Liegt das Maximum über Deutschland, so gilt im Allgemeinen das über Zugstrasse I unter 3 Gesagte.

Die Cyclonen der Zugstrasse II haben vielfach stürmische Winde für unsere Küste im Gefolge und da diese rechtdrehende Winde sind, also aus der südwestlichen in die nordwestliche Richtung übergehen und dann einen ausgesprochen böigen Charakter annehmen, so sind sie für unsere Nordseeküste sehr gefährlich. Einige schwere Stürme, welche sich unserer Küste entlang westostwärts fortpflanzten, hatten auf dieser Zugstrasse ihr Wirbelcentrum. Nicht selten sind diese Böen von Gewittererscheinungen, Hagel- oder Graupelfällen begleitet.

Als Beispiel für diese Situation wähle ich die Wetterkarte vom 7. Januar 1882, an welchem Tage ein Minimum mitten über Skandinavien lag, welches bis zum folgenden Tage ostwärts bis zum Ladogasee fortgeschritten war. Wie die nachstehende Wetterkarte nachweist, liegt das barometrische Maximum über Spanien, während die Isobaren den für diese Zugstrasse charakteristischen Verlauf von West nach Ost zeigen. Auf der Südseite des Minimums bis zu den Alpen hin herrscht starke westliche und südwestliche Luftbewegung, in der Umgebung des Skagerraks weht Weststurm.

In ganz Deutschland, ausser an der Küste, wo vorübergehendes Aufklaren eingetreten ist, ist das Wetter trübe, im Süden regnerisch und überall ungewöhnlich warm. An der Küste liegt die Temperatur bis $8^1/_2$, im Binnenlande bis 11^0 über dem Normalwerthe. Indessen ist über den britischen Inseln, theilweise auch im deutschen Küstengebiete, Abkühlung eingetreten, welche sich am 8. über Frankreich, sowie über Süd- und Ostdeutschland ausgebreitet hat.

Zugstrasse II, wärmere Jahreszeit. Das barometrische

Maximum liegt in der Regel über Südwesteuropa sehr häufig westlich von Frankreich über dem Biscay'schen Busen, bleibt dort gewöhnlich stationär, wandert aber nicht selten ostwärts weiter. Die continentale Axe liegt im westlichen Mitteleuropa etwas nördlicher, als in der kälteren Jahreszeit; sie durchschneidet das mittlere Frankreich, das südliche und östliche Deutschland und verschiebt sich später etwas nach Süden hin. Die Isobaren verlaufen, wenigstens über Nordcentraleuropa, von West nach Ost. Secundäre Depressionen kommen an der Südseite der dieser Zugstrasse angehörigen Cyclonen

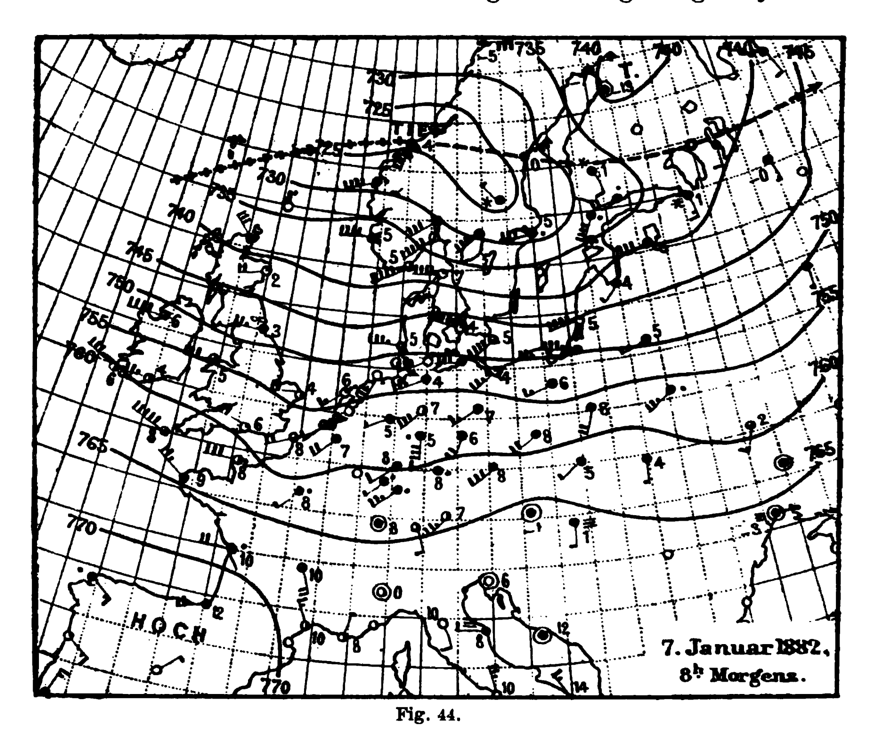


Fig. 44.

häufiger vor und diese geben dann zu zahlreichen Gewittern und ergiebigen Niederschlägen Veranlassung. Das Wetter bei dieser Situation ist veränderlich, Regenfälle häufig, vielfach in Begleitung von Gewittererscheinungen, und meistens kühl. Das letztere ist insbesondere dann der Fall, wenn die nordwestlichen Winde auf der Rückseite der Cyclonen zur Entwickelung kommen und grössere Ausdehnung gewinnen, wenn also das barometrische Maximum im Südwesten nach Nord hin sich verschiebt. Indessen im Durchschnitt erfolgt nach Vorübergang der Cyclone Erwärmung, auf der

Vorderseite und beim Vorübergange Abkühlung. Die Luftbewegung ist meist mässig, stürmische Winde kommen sehr selten zur Entwickelung und dann nur vorübergehend, wie in Gewitterböen.

Die nachstehende Wetterkarte vom 22. Mai 1878 veranschaulicht den Vorübergang einer Cyclone auf der Zugstrasse II. Das Maximum liegt über dem Biscay'schen Busen und entsendet einen Ausläufer ostnordostwärts nach Galizien hin. Auf der Südwestseite des Minimums liegt eine Theildepression, welche gleichzeitig mit der Hauptdepression ostwärts unserer Küste entlang fortschreitet. Ihr

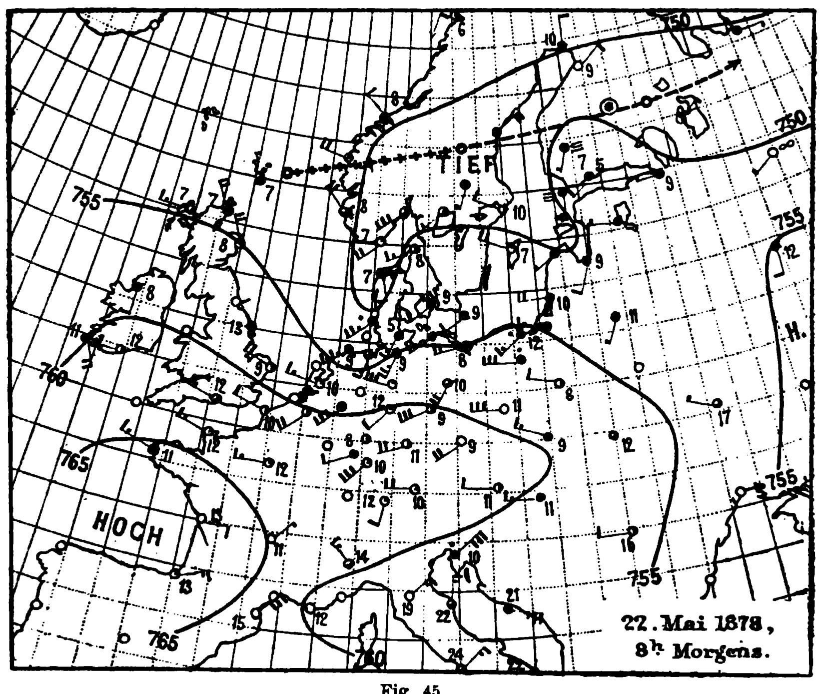


Fig. 45.

Vorübergang machte sich bemerkbar durch starke bis stürmische Böen und rechtdrehende, nach Nordwest umgehende Winde und Gewittererscheinungen. Diese fanden statt am 23. um $11^{1}/_{2}{}^{h}$ a. m., um Mittag in der Gegend von Kiel (wo Hagelfälle sich ereigneten), am Nachmittage bei Rostock und in der Nacht bei Memel; auf dieser ganzen Strecke traten Regenböen ein, wenn auch die Regenmenge keine ungewöhnlich grosse war. Während dieses Vorganges nahm im deutschen Binnenlande die Bewölkung zu und stellenweise fielen wenig ergiebige Regenschauern. Vor dem Erscheinen bis zum Ver-

schwinden dieser Cyclone hielt sich die Morgentemperatur unter dem Normalwerthe. Am 22. erfolgte in fast ganz Deutschland weitere Abkühlung, aber am 23. erhob sich fast überall wieder die Temperatur bei heiterem Wetter und leichten südlichen Winden, die jetzt unter den Einfluss einer neuen Cyclone kamen, deren Herannahen vom Ocean schon Tags zuvor durch das Zurückdrehen der Winde nach Süd und die Abnahme des Luftdrucks westlich von den britischen Inseln signalisirt war und am 23. Morgens über Irland erschien.

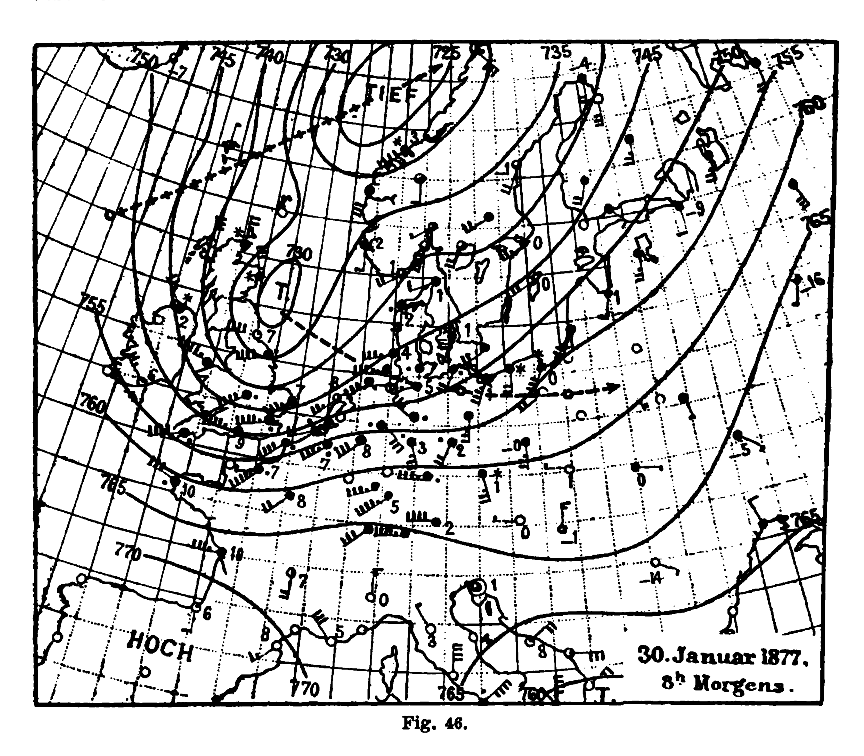


Fig. 46.

Zugstrasse III. Entsprechend der verschiedenen Temperaturvertheilung in der kälteren und wärmeren Jahreszeit kommt diese Zugstrasse fast ausschliesslich nur in der ersteren vor. Wie ich bereits oben erwähnte, habe ich dieselbe in zwei Gruppen getheilt, je nachdem die Minima direct südostwärts nach dem östlichen Deutschland verlaufen (III a) oder über den Dänischen Inseln oder Südschweden nach Nordost umbiegen (III b). Diese beiden Gruppen haben einige wesentliche Unterschiede, wesshalb wir jede getrennt für sich betrachten.

Gruppe IIIa. Das Luftdruckmaximum liegt südwestlich von Europa und breitet sich auf dem Ocean weiter nordwärts aus. Die Isobaren, sowie die Isothermen verlaufen südostwärts, so dass (bei analoger Luftdruckvertheilung) die höchste Wärme im Südwesten, die geringste im Nordosten liegt. Charakteristisch für diese Zugstrasse ist das unbeständige Wetter mit häufigen Regen- und Schneeschauern für Deutschland, niedere Temperaturen für Nord- und Osteuropa, dagegen ziemlich hohe Wärme für Frankreich und Deutschland. Häufig treten an der deutschen Nordseeküste und

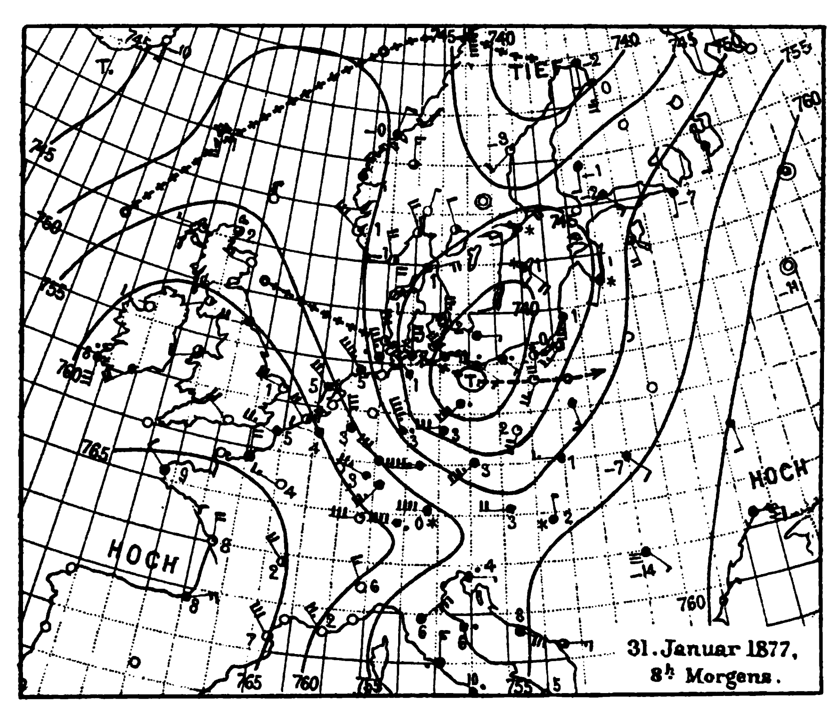


Fig. 47.

auch wohl im westdeutschen Binnenlande stürmische Böen aus Nordwest auf, die zuweilen von Gewittererscheinungen begleitet sind.

Als Beispiel wähle ich den denkwürdigen Sturm vom 30. und 31. Januar 1877, welcher durch die obigen Wetterkarten illustrirt ist.

Am 30. Januar lag das barometrische Minimum über der nördlichen Nordsee, auf der West- und Südseite stürmische nordwestliche und westliche Winde erzeugend, die stellenweise zum vollen

Sturme sich gesteigert hatten. Auch in Deutschland war das Wetter unruhig: in den westlichen Gebietstheilen wehten starke, stellenweise stürmische westliche, im Osten frische bis steife südliche Winde. Die höchste Temperatur lag im Westen, die niedrigste im Osten, der höchste Luftdruck südwestlich von Europa. Das Wetter war im weiten Umkreise des Minimums trübe und regnerisch. Bis zum Nachmittage fiel an der deutschen Nordseeküste das Barometer stündlich um mehr als 2^{mm}, während die südwestlichen Winde zum vollen Sturme heranwuchsen. Um 2^h p. m. trat in Bochum Aufklaren ein, und 5^h p. m. auch in Hamburg, wobei der Wind aus der südwestlichen Richtung in die westliche und nordwestliche übergging, eine Erscheinung, welche den Vorübergang einer Cyclone gewöhnlich kennzeichnet. Um 11 Uhr 38 Min. Nachts hatte das Minimum Hamburg passirt, wobei der in der ganzen Westhälfte Deutschlands herrschende Sturm von Südwest nach West, in Nord- und Mitteldeutschland nach Nordwest und Nord umging. Bemerkenswerth ist die ausserordentlich hohe Sturmfluth, welche an diesem Tage die deutsche Nordseeküste heimsuchte.

Am 31. Morgens lag das Minimum an der Odermündung. Die stärksten Winde herrschen auf der Süd- und Westseite, namentlich auf der letzteren, wo vielfach voller Sturm wehte. Am Abend war in Ostdeutschland der Südwest stellenweise stürmisch geworden, am Morgen wehten daselbst nur mässige Winde, während das Minimum an Tiefe abnahm. Die Temperatur war in Frankreich und Westdeutschland gesunken, dagegen in Ostdeutschland gestiegen. In Deutschland war in den letzten 24 Stunden allenthalben ziemlich viel Regen gefallen.

Gruppe III b. Das barometrische Maximum liegt über Südwesteuropa, nordostwärts sich ausbreitend, so dass die Isobaren auf der Südwestseite des Minimums sich dicht aneinanderschieben und über der Nordhälfte Centraleuropas einen westöstlichen Verlauf haben. Denselben Verlauf haben nahezu die Isothermen. Die „continentale Axe“ verläuft etwa durch Madrid, München und Moskau und verschiebt sich mit dem Fortschreiten der Cyclone weit nach Südost ein. Im Gegensatze zu III a herrscht über Nordost- und Osteuropa verhältnissmässig mildes Wetter, dagegen liegt in Südwest- und Westeuropa die Temperatur unter dem durchschnittlichen Werthe. Auch für diese Gruppe ist die Bewölkung und Regenwahrscheinlichkeit eine sehr grosse und Stürme und stürmische

Böen zuweilen in Begleitung von Gewittererscheinungen nicht minder häufig, als bei III a.

Um vielleicht eine Beziehung der relativen Feuchtigkeit zur Fortpflanzungsrichtung zu finden, hatte ich die mittleren Werthe jener für Gruppe III a sowohl, als III b berechnet und kartographisch dargestellt, konnte aber einen solchen Zusammenhang nicht auffinden.

Ein Beispiel für Gruppe III b bietet die Wetterkarte vom 2. October 1880, an welchem Tage ein Minimum, welches am Vorabende über der nördlichen Nordsee lag, südostwärts nach Süd-

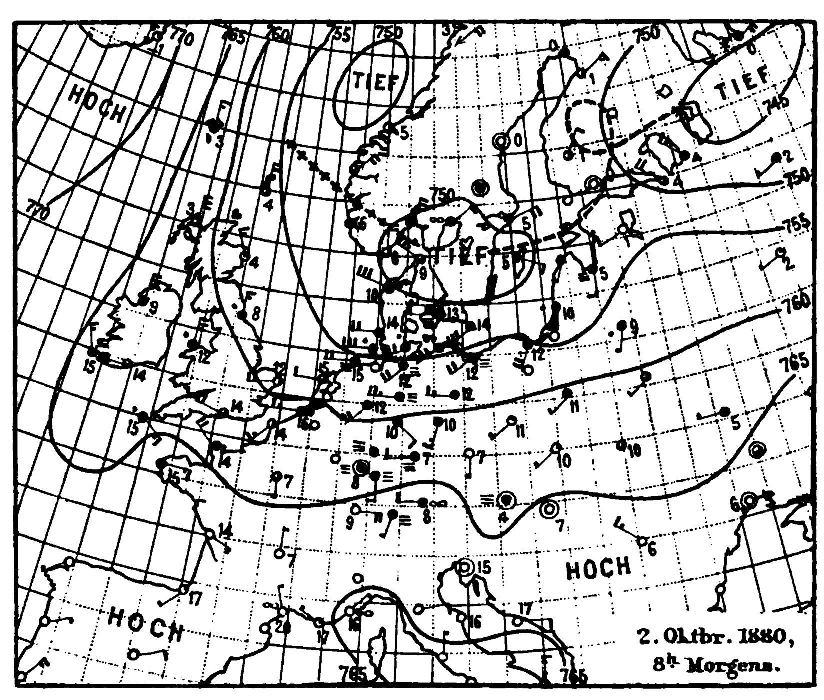


Fig. 48.

schweden fortgeschritten war, um denselben Weg ostnordostwärts nach dem Finnischen Busen fortzusetzen.

Der höchste Luftdruck liegt über Südwesteuropa, welcher sich später nordwärts nach den britischen Inseln verschiebt. Das Wetter ist über Frankreich, im Gebiete des hohen Luftdrucks heiter, über Deutschland im Bereiche der Cyclone trübe, im Westen neblig, an der Küste zu Regenfällen geneigt. In den folgenden 24 Stunden

sind in Hamburg 25, in Memel 26^{mm} Regen gefallen. Bemerkenswerth ist das ruhige heitere Wetter zwischen dem Ladogasee und Südschweden, d. h. auf dem Gebiete zwischen zwei Cyclonen, eine Erscheinung, welche in der Regel stattzuhaben pflegt.

Die Temperaturvertheilung ist eine ganz andere, als am 30. und 31. Januar 1877, indem die Isothermen damals über Nordcentraleuropa von West nach Ost verlaufen, während sie in diesem Falle eine nordsüdliche Lage haben. Ebenso verlaufen die Isobaren im ersten Falle nach Ost, im letzteren nach Südost.

Die Aenderungen der Temperatur stimmen mit der Wetterlage überein: am 2. October ist über den britischen Inseln Abkühlung eingetreten, welche sich bis zum folgenden Tage über ganz Nord- und Mitteldeutschland ausgebreitet hat. —

Wie bereits oben bemerkt, kommt Zugstrasse III in der wärmeren Jahreszeit sehr selten vor; in den 9 Jahren von 1876 bis 1884 entfallen auf diese Zugstrasse für den April, Mai und Juli je 2 Fälle, für August und September je 1 Fall. In diesen Fällen pflegt das Wetter trübe, kühl und vielfach regnerisch zu sein, insbesondere im nördlichen und mittleren Deutschland.

Zugstrasse IV, kältere Jahreszeit. Das barometrische Maximum befindet sich über Südosteuropa, die continentale Axe liegt im äussersten Südosten, die Isobaren verlaufen nordostwärts, so dass ein breiter oceanischer Luftstrom, der seine nördliche Grenze im südlichen Nord- und Ostseegebiete, seine südöstliche Grenze in der Gegend des schwarzen Meeres hat, den europäischen Continent überfluthet, überallhin Wärme und Feuchtigkeit ausbreitend. Beim Erscheinen der Cyclone liegt gewöhnlich noch eine zweite im Nordosten, in der Regel über Finnland. Ein ziemlich erhebliches Maximum lagert in der Nähe von Island, so dass eine mehr oder weniger ausgeprägte Rinne niederen Luftdrucks, die sich von der Gegend vor dem Canal nordostwärts durch das Nord- und Ostseegebiet nach Finnland hinzieht, der Cyclone den Weg anweist, den sie zu wandern hat. Von dieser Rinne aus wächst der Luftdruck nach Nordwesten und am stärksten nach Südosten hin. Warmes mildes Wetter mit grosser Regenwahrscheinlichkeit und mit südwestlichen Winden wird also für ganz Europa, welches auf der Südseite dieser Rinne liegt, massgebend sein, während dagegen die britischen Inseln und Skandinavien Wärmemangel mit geringerer Regenhäufigkeit und östlicher Luftströmung zeigen. Kommen indessen auf der Rückseite der

Cyclone nordwestliche Winde zur Entwickelung, so ist dieser Vorgang von rascher, erheblicher Abkühlung begleitet, die zuerst in Frankreich sich einstellt und dann weiter ostwärts sich verbreitet. Jedoch sind diese Fälle selten (nach der Tabelle Seite 301) nur in 14% aller Fälle): in der Regel kommen die südwestlichen Winde nicht zur Herrschaft, indem wieder eine neue Cyclone im Westen auftaucht, und so höchstens nur eine vorübergehende und wenig erhebliche Abkühlung erfolgen kann. Die Bewölkung und die Regenwahrscheinlichkeit sind für diese Zugstrasse sehr beträchtlich, gewöhnlich schreiten die Niederschläge von West nach Ost fort, und nehmen dann die ganze deutsche Küste, meist auch das übrige, insbesondere das westliche Deutschland in ihr Gebiet auf.

Sehr bemerkenswerth ist das unruhige, stürmische Wetter, welches bei dieser Zugstrasse sich zuweilen über unsere ganze Küste ausbreitet. Gerade unsere heftigsten Stürme gehören dieser Zugstrasse an, welche insbesondere unsere Nordsee nicht selten mit beklagenswerthen Unglücken heimsuchten. Ich erinnere nur an die Stürme vom 12. und 13. März 1876, am 21. sowie vom 27. bis 30. October 1880, sowie an den besonders denkwürdigen Sturm vom 14. bis 15. October 1881 [177]).

Der letztgenannte Sturm ist nicht allein desswegen von Interesse, weil derselbe, was seine Ausdehnung, seine Heftigkeit und seine Verwüstung anbetrifft, jedenfalls zu den furchtbarsten Stürmen gehört, die in unseren Breiten glücklicherweise nur selten vorkommen, sondern weil derselbe auch manches Lehrreiche für die ausübende Witterungskunde bietet und die oben dargelegten Grundzüge für die Zugstrasse IV scharf markirt, so dass ich hier eine ausführliche Beschreibung dieses Sturmes folgen lasse und zwar mit Rücksicht auf die von der Seewarte in Bezug auf dieses Phänomen erlassenen Sturmwarnungen.

Auf der Wetterkarte vom 13. Oktober 8^h a. m. tritt eine Cyclone an der norwegischen Küste in den Vordergrund, deren centraler Theil in der Nähe von Christiansund lag, und die ihren Einfluss auf Wind und Wetter über dem Gebiete von den britischen Inseln ostwärts bis ins Innere Russlands und vom hohen Norden südwärts bis zum Fusse der Alpen ausdehnte; schwerlich konnte man ahnen, dass eine unbedeutende atmosphärische Störung, welche an diesem Morgen im Südwesten Grossbritanniens auftauchte, das Signal zu jenem orkanartigen Sturme sein sollte, welcher für grosse Länder- und Meeresstrecken geradezu verhängnissvoll wurde.

Die Aenderungen in der Wetterlage am 13. bis 2^h p. m. zeigen mit aller Entschiedenheit das Herannahen einer tiefen Cyclone an: in den vorhergehenden 6 Stunden war das Barometer in Valentia um $7{,}8^{mm}$ gefallen, in Mullaghmore um $3{,}3^{mm}$ und in Holyhead um $1{,}3^{mm}$, während dasselbe in Ostengland noch gestiegen war. Gleichzeitig waren in Irland und Westengland bei Eintritt von Regenwetter die Winde nach Südwest zurückgegangen und wehten stellenweise als frische, in Valentia als steife Brise.

Auf Grund dieser Thatbestände wurde in dem Warnungstelegramme, welches am Nachmittage an sämmtliche Signalstellen der Seewarte mit Rücksicht auf die Cyclone an der norwegischen Küste gerichtet wurde, und Verlängerung des Sturmsignales anordnete, auf die atmosphärischen Vorgänge im Westen ausdrücklich hingewiesen.

Bis zum Abend hatte sich gleichzeitig mit Regenwetter die Abnahme des Luftdruckes über das ganze Gebiet der britischen Inseln ausgedehnt; die Winde waren daselbst allenthalben noch schwach, nur über Irland dauerte die steife südwestliche Luftströmung fort. An der südnorwegischen Küste und über Dänemark herrschten unter Einfluss der Cyclone im Norden bei steigendem Barometer stürmische nordwestliche Winde, die stellenweise bis zum vollen Sturm sich gesteigert hatten.

Am 14. October 8^h a. m. lag das Minimum über Südschottland, umgeben von dicht gedrängten Isobaren und stürmischer Luftbewegung: über Nordschottland herrschte voller Sturm aus Ost, über Irland und am Canal stürmte es aus Nordwest und West, während im südöstlichen Nordseegebiete die vorhin stürmischen Winde mit abnehmender Stärke zurückgedreht waren und jetzt von Neuem wieder auffrischten. Im centralen Raum des Minimums dagegen wehte, wie es gewöhnlich der Fall zu sein pflegt, eine leichte Brise aus variabler Richtung. — Der Einfluss der Depression erstreckte sich jetzt über die britischen Inseln, das Nordseegebiet, Frankreich und Westdeutschland südwärts bis zum Fusse der Alpen, stürmische Winde jedoch kamen nur auf den beiden ersteren Gebieten vor.

Die Aenderungen, welche sich in der Luftdruckvertheilung seit dem Abend vollzogen hatten, waren so rapide und aussergewöhnlich, dass diese auf eine Störung deuten mussten, die für Küste und Binnenland von verheerender Wirkung begleitet sein musste; in den vorhergehenden 12 Stunden war das Barometer gefallen in Shields

um 26,9, in Ardrossan um 25,9, in Donaghadee um 25,2, in Holyhead um 24,9 und in Aberdeen um 22,9^{mm}.

Der Umstand, dass die rasche Abnahme des Luftdrucks auf beschränktem Gebiete erfolgte, während in weiterer Umgebung des Minimums das Barometer allenthalben noch gestiegen war, trug wesentlich dazu bei, die Gradienten rasch zu verstärken und so die Heftigkeit des Sturmes in eminentem Grade zu erhöhen.

Zu dieser Zeit lag das Regengebiet im Südosten des Minimums: in einem breiten Streifen, welcher sich vom Canal nach Nordjütland und weit ins Binnenland hinein bis zur Linie Hannover—Karlsruhe erstreckte, herrschte jetzt überall Regenwetter, nachdem in der vorhergehenden Nacht auf den britischen Inseln überall beträchtliche Niederschlagsmengen gefallen waren (in Aberdeen 26, in Liverpool 25^{mm}). Auf der Rückseite der Depression dagegen war, der Regel entsprechend, Aufklaren eingetreten.

Als etwas nach 8 Uhr Morgens die Depression bei Edinburgh vorüberging, drang die Sonne plötzlich durch die auseinandergehenden und rasch abnehmenden Wolken; jedoch innerhalb einer Stunde trat ein vollständiger Wechsel ein; eine niedere Bank dunkler Wolken hatte sich am Nordhorizonte gebildet, dann erschien aschgraues, lang hingezogenes und drohend aussehendes Gewölk, immer höher zum Zenith hinaufsteigend. In kurzer Zeit war der Himmel ganz bedeckt, und es folgte dann rasch eine solche Dunkelheit, dass man bei Gaslicht die Morgenzeitungen lesen musste. Beim Vorübergange der Depression sprang der Wind mit sinkender Temperatur von Südsüdwest nach Nordnordost und steigerte sich dann rasch zum vollen Sturme. An der Küste von Berwickshire war die Dunkelheit viel grösser und unheimlicher; mit ihrem Eintritt brach ein orkanartiger Sturm aus, welcher, mit unwiderstehlicher Gewalt Alles vor sich hinwerfend, zu einer Höhe heranwuchs, die nach den Urtheilen der Fischer, die mit dem Leben davon kamen, und der Beobachter auf dem Lande fast diejenige des Orcanes vom 24. Januar 1868 erreichte, welcher damals in diesen Districten grosses Unheil anrichtete. Ich erwähne diesen Vorgang hauptsächlich desshalb, weil ich nachher ein ähnliches Phänomen besprechen werde, welches sich an der westdeutschen Küste ostwärts bis über die Odermündung hinaus fortpflanzte.

In Anbetracht der drohenden Gefahr wurde um 1 Uhr Nachmittags das Warnungssignal verschärft und in „Südweststurm rechtdrehend“ umgewandelt und gleichzeitig auf das vermuthliche „rasche

und starke Auffrischen der Winde" ausdrücklich hingewiesen. Auch das Binnenland wurde von dem hereinbrechenden Sturme rechtzeitig unterrichtet, indem für das nordwestliche Deutschland „heftige Stürme" prognosticirt, für Centraldeutschland voller Sturm und für Ost- und Süddeutschland stürmische südliche und südwestliche Winde in Aussicht gestellt wurden.

Am 14. October 2^h p. m. hatte das Minimum die britischen Inseln bereits verlassen und lag mit der beträchtlichen Tiefe von 720^{mm} östlich von Shields. Hervorzuheben sind die äusserst starken Gradienten auf der Westseite des Minimums, indem diese den kleinsten Gradienten (4,5), der im Stande ist, stürmische Winde hervorzubringen, um ungefähr den dreifachen Werth übertrafen; derselbe erreichte nahezu 13^{mm}. Auf der Strecke von Shields westwärts bis zur irischen See stieg der Luftdruck um etwa $12\frac{1}{2}^{mm}$ an. Fast ebenso bedeutend waren die Luftdruckdifferenzen nach dem Canal hin.

Dem entsprechend waren auch die ausserordentlich heftigen orcanartigen und verheerenden Stürme an der englischen und schottischen Küste und am Canal. Der Sturm wehte in der Nacht vom 13. auf den 14., insbesondere aber am 14., von heftigen Regengüssen begleitet. In London nahm der Sturm zuweilen den Charakter eines tropischen Orcans an; Schornsteine und Gerüste wurden niedergeweht, Bäume entwurzelt, Telegraphenleitungen zerstört, viele Schiffbrüche fanden an der Küste statt, und leider waren bedeutende Verluste an Menschenleben zu beklagen. Die Themse glich stellenweise einer bewegten See und entsandte dichte Wasserstrahlen über Brücken und landende Schiffe, während an manchen Stellen der Wasserstand so niedrig war, dass der Dampfbootdienst eingestellt werden musste.

Etwas nach Mittag waren auch an der deutschen Nordseeküste, stellenweise auch an der westlichen Ostsee, wohin sich die rapide Abnahme des Luftdrucks fortgepflanzt hatte, Sturmböen eingetreten. In Keitum war um 1^h p. m. der Wind von Südsüdost nach Südwest umgesprungen und hatte dann rasch die Stärke eines vollen Sturmes erreicht. Das Regengebiet war weit über die Odermündung hinaus vorgedrungen. Um 2 Uhr Nachmittags herrschte an allen Signalstellen von Norderney bis Stolpmünde Regenwetter, nur in Keitum war der Himmel halb, in Borkum $^3/_4$ bedeckt. In den letzten 6 Stunden bis 2^h p. m. waren die Aenderungen des Luftdrucks, inbesondere im westdeutschen Küstengebiete, ausserordentlich gross; in Keitum war das Barometer gefallen um 12,9, in

Kiel um 11,5, in Hamburg um 10,0, in Swinemünde, Cassel und Leipzig um 7^{mm}.

Ausbreitung des Sturmes über die ganze deutsche Küste war wahrscheinlich, und daher wurde auch für den östlichen Theil der Ostsee (von Swinemünde bis Memel) das bereits angeordnete Signal „Ball“ durch „Südweststurm“ ersetzt.

Bis etwa 2 Uhr war in Hamburg das Wetter ziemlich ruhig, nur einige heftige Regenböen hatten vorher geweht, allein Sturmesstärke hatten dieselben nicht erreicht. Um 3¼ Uhr klarte es im westlichen und südwestlichen Horizonte auf, dann folgten einige schwere Böen aus Südsüdwest. Um 3½ Uhr zeigte sich blauer Himmel im Zenith. Am Nordhorizonte lagen über einer niederen langgezogenen Wolkenmasse dichte Haufenwolken, darüber ein dichter Teppich Cirro-strati, oben begrenzt von einzelnen Federwolken. Dieses Aufklaren war an der deutschen Nordostseeküste meistens schon vor 2 Uhr erfolgt und dann meist mit nachfolgender Zunahme des Windes. In Glückstadt trat dasselbe ein um 2½ Uhr, in Kiel etwa um 3 Uhr, in Hamburg um 3¼ Uhr, in Wismar vor 4 Uhr, in Warnemünde (und Travemünde?) um 5 Uhr, in Arkona um 6 Uhr und in Swinemünde um 8 Uhr. Das Anschwellen des Windes erfolgte in Borkum Mittags zwischen 12 und 1 Uhr, in Wilhelmshaven und Keitum zwischen 2 und 3 Uhr, in Hamburg und Kiel zwischen 3 und 4 Uhr, in Wustrow zwischen 4 und 5 Uhr, in Swinemünde zwischen 5 und 6 Uhr und in Neufahrwasser zwischen 7 und 8 Uhr. Dabei zeigte sich die eigenthümliche Erscheinung, dass die Winde vor oder bei Eintritt der grössten Stärke ausschossen, dann aber meistens wieder langsam zurückdrehten. Diese Erscheinung hängt offenbar zusammen mit dem Vorübergang secundärer Bildungen. Gleichzeitig ging das rapide Fallen des Barometers in ein langsames über, so dass sich das obige Phänomen in den Barographencurven jener Stationen ganz deutlich wiederspiegelt. Da jetzt auch die Winde an Stärke etwas nachliessen, so schien die grösste Gefahr vorüber zu sein, allein schon nach einigen Stunden frischten die Winde wieder rasch auf und erreichten in den einzelnen Stössen eine orcanartige Gewalt.

Besonders interessant und in mancher Beziehung lehrreich ist die Wetterkarte vom 14. Oct. 8 Uhr Abends (Fig. 49). Auf derselben liegt das Minimum mit unveränderter Tiefe (720^{mm}) hart an der Nordwestküste Jütlands, wo nur schwache Winde herrschen, seinen Wirkungskreis über ganz Westeuropa bis nach dem Innern Russlands

hin ausdehnend. Im ganzen Umfang des Minimums herrscht Sturm. Die Stürme über England, Schottland, der Nordsee und dem Canal dauern fort und haben sich bis zum Fusse der Alpen ausgebreitet, auch über der westlichen Ostsee sowie an den Südküsten Norwegens herrscht meist voller Sturm; dagegen im östlichen Ostseegebiete wehen meist nur starke südliche und über Skandinavien, ausser an den Südküsten, nur schwache Winde, welche theilweise unter dem

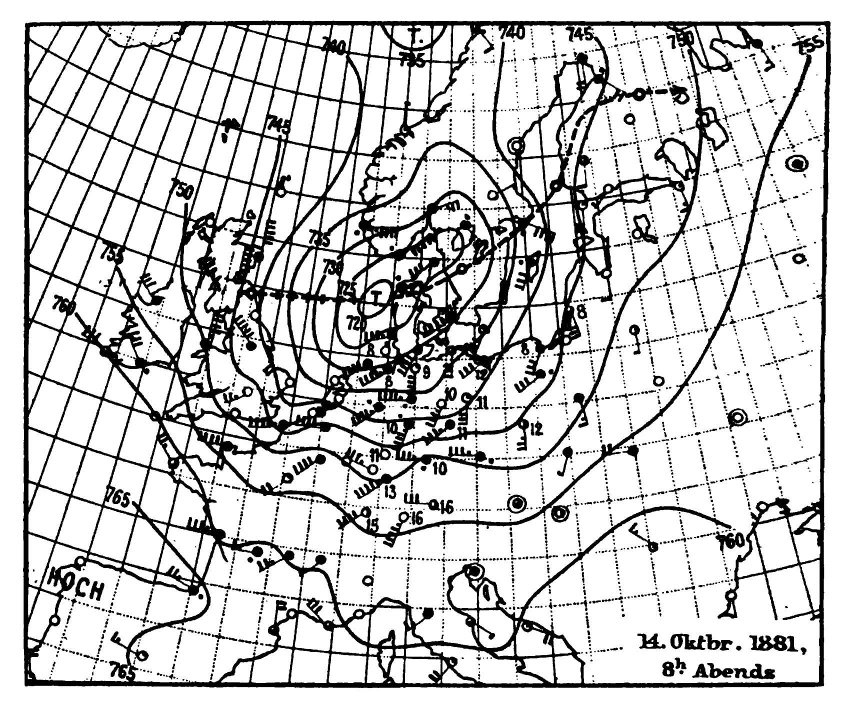


Fig. 49.

Einflusse des Minimums bei Jütland, theilweise unter demjenigen der im hohen Norden verschwindenden Depression stehen.

Hervorzuheben ist, dass die durch die Luftdruckvertheilung gegebenen Windverhältnisse äusserst günstig waren, grosse Wassermassen an unserer Nordseeküste anzustauen und in die Flussmündungen hineinzutreiben. Die Karte giebt uns ein anschauliches Bild derjenigen Kräfte, welche bei dem Zustandekommen und der Entwickelung der Sturmfluth thätig waren, die in der Nacht die Bewohner der Unterelbe in Schrecken versetzte. Ueber der westlichen

Ostsee wehten südliche und südwestliche Winde, am Eingange der Ostsee östliche, durch welchen Umstand das Wasser aus der Ostsee in die Nordsee getrieben wurde. Von der anderen Seite trieben die westlichen Winde im Canal der südlichen Nordsee grosse Wassermassen zu. Ueber der nördlichen Nordsee herrschten nördliche Winde, die nach Süden hin allmählich in Nordwest und West übergingen. Berücksichtigen wir noch, dass alle diese Winde zum mindesten stürmisch, meistens aber als voller Sturm und vielfach in orcanartigen Böen auftraten, ferner dass zur Zeit des Hochwassers, um Mitternacht (in Cuxhaven und Glückstadt um 1 Uhr), an der deutschen Nordseeküste die Winde nach Nordwest drehten und mit erneuter Heftigkeit wehten und so der Fluthwelle einen neuen kräftigen Impuls gaben, so vereinigen sich alle diese Ursachen zu dem Resultate, dass trotz der „Dove Tide“ sich in der südlichen Nordsee, sowie in den Flussmündungen schreckenerregende Wassermassen ansammeln und von argen Verwüstungen begleitet sein mussten. Das Niveau des Wassers war gegen die Flussmündung ein aufsteigendes, und daher konnte die nächste Fluth keine wesentliche Erhebung der Oberfläche zu Stande bringen, um so weniger, als an der Unterelbe Dammbrüche eingetreten waren und die vom Meere kommende Fluthwelle sich in die ausgedehnten Ebenen ergiessen konnte.

Aehnlich war die Situation beim Sturm vom 30. Januar 1877 (vgl. oben Seite 320), wo durch die West- und Südweststürme im Canal und die Nord- und Nordweststürme über der Nordsee das Wasser an unserer Küste angestaut wurde, wodurch die von zahlreichen Verwüstungen begleitete Sturmfluth an der ostfriesischen und holländischen Küste entstand, welche die höchste dieses Jahrhunderts in jenen Districten gewesen sein soll.

Ueber die Windverhältnisse geben die Registrirungen des an der Seewarte aufgestellten Anemometers ein anschauliches und detaillirtes Bild, so dass für jeden Moment Richtung, Stärke und Geschwindigkeit des Windes neben einander übersichtlich durch den Apparat dargestellt sind. Der Sturm wurde eingeleitet etwas nach 2 Uhr Nachmittags durch rasch aufeinander folgende Böen, die mit ziemlich gleichbleibender Stärke bis etwa 5 ½ Uhr anhielten, wobei die mittlere stündliche Windgeschwindigkeit bis auf 24^m pro Secunde stieg. Nach einigen kleineren Böen von mässiger Stärke folgte 6 ¾ Uhr eine äusserst schwere, vor welcher der Wind von Südsüdwest nach Südwest ausschoss und in welcher derselbe wieder

nach Südsüdwest zurückdrehte. Vor der Böe war das Barometer rasch gefallen, dann ebenso rasch wieder gestiegen. Die nächste schwere und länger anhaltende Böe erfolgte um 9^h 40^m, wobei das Barometer in sehr rasches Fallen überging. Dann folgten die Böen mit gleicher Heftigkeit rasch auf einander bis zum Morgen. Etwa eine halbe Stunde vor Mitternacht war in Hamburg der tiefste Barometerstand = $727{,}4^{mm}$ eingetreten; die mittlere Windgeschwindigkeit stieg dabei auf $28{,}7^m$ pro Secunde. Diese mittlere Geschwindigkeit, welche einem starken Sturme entspricht, wurde schon öfters übertroffen, z. B. in dem Südweststurm am 15. März 1876 betrug die mittlere stündliche Windgeschwindigkeit in Hamburg sogar $31{,}4^m$. In den einzelnen Stössen jedoch war die Geschwindigkeit am 14. October 1881 enorm grösser, und es überstieg jedenfalls das Maximum des Druckes in den einzelnen Böen 250 Pfund auf das Quadratmeter. Bis 6 Uhr Morgens dauerten die schweren Böen fort, nach und nach spärlicher aufeinander folgend und nachher allmählich nachlassend.

Ich habe diesen Sturm in der Nacht vom 14. auf den 15. von der frei gelegenen Seewarte, wohl dem höchsten bewohnten Gebäude Hamburgs, beobachtet, der Eindruck lässt sich schwer wiedergeben: Das gewaltige Tosen des Sturmes, der die Wassermassen auf der Elbe vor sich hertrieb, darunter die rasch auf einander folgenden Warnungsschüsse von der am Fusse gelegenen Batterie, welche im Interesse der tief liegenden und von Wassergefahr bedrohten Wohnungen das weitere Anschwellen der Sturmfluth anzeigten, die schweren vorüberjagenden Wolkenmassen, die dichten Regengüsse, welche der Sturm gegen die Fensterscheiben peitschte, das Alles erweckte trotz der Sicherheit des Baues ein besorgnisserregendes unheimliches Gefühl. Mit derselben Gewalt wüthete der Sturm an den Nordseeküsten, dafür sprechen die vielfachen Verwüstungen, die zahlreichen Schiffbrüche und die vielen Verluste an Menschenleben. Auch über Dänemark und an der westlichen Ostsee raste der Sturm mit ungewöhnlicher Heftigkeit: Gebäude wurden beschädigt, Telegraphenleitungen zerstört, Schiffbrüche kamen vor, und insbesondere haben die heftigen Regengüsse im Verein mit dem Sturme mannigfachen Schaden angerichtet.

An der deutschen Nordsee trat die grösste Windgeschwindigkeit überall fast etwas später ein als in Hamburg, und dann erst mehrere Stunden nachher, nachdem das Barometer seinen tiefsten Stand erreicht hatte. Die grösste mittlere Geschwindigkeit fand

statt in Borkum und Hamburg um Mitternacht, in Wilhelmshaven zwischen 1 und 2 Uhr Morgens (gleichzeitig mit Magdeburg), in Kiel zwischen 4 und 5 Uhr, in Swinemünde zwischen 5 und 6 Uhr, in Wustrow zwischen 6 und 7 Uhr. Ein zweites Maximum erfolgte am Nachmittage in Kiel und Swinemünde von 0 bis 1 und in Wustrow von 3 bis 4 Uhr.

Das Regengebiet hatte sich schon am Abend ostwärts bis nach Ostpreussen hin fortgepflanzt; auf dem ganzen Gebiete, welches sich zwischen Mittelskandinavien und Süddeutschland ausdehnt, herrschte in der Nacht Regenwetter. In den Districten von Wangeroog bis Bremen, auf Sylt und auf Rügen hatten auch Graupelschauer stattgefunden.

Am 15. October 8 Uhr Morgens lagerte das Minimum mit abnehmender Tiefe in der Nähe Skagerraks. Der tiefste Barometerstand war bei Skagen (726,7^{mm}), wo schwache Südostwinde eingetreten waren, nicht mit dem Centrum der Isobaren zusammenfallend, sondern, wie es häufig vorkommt, stark excentrisch gelagert. Auch am 14. um 8^{h} a. m. und am 15. 8^{h} p. m. war dieses der Fall. Auf der Westseite der jütischen Halbinsel dauerten die schweren Stürme noch fort, die jetzt, etwa seit Mitternacht, aus nordwestlicher Richtung wütheten, und auch an der südlichen Ostsee bis nach Ostpreussen hin waren heftige Stürme aufgetreten, die an der westlichen Ostsee, ostwärts fortschreitend, langsam nach Nordwest umgingen und dann stellenweise eine orcanartige Heftigkeit erhielten. Auf der Nordseite der Cyclone war das Wetter ziemlich ruhig, und auch am Nordfusse der Alpen und über den britischen Inseln waren bei aufklarendem Wetter die Winde schwächer geworden, nur in Aberdeen wehten noch stürmische Schneeböen aus nordwestlicher Richtung.

Im Laufe des Tages schritt das Minimum mit abnehmender Tiefe und Geschwindigkeit über Südschweden nach Finnland fort, und es frischten jetzt an der ostdeutschen Küste die südwestlichen Winde bis zum schweren Sturme auf. Auf der Küstenstrecke etwa von der Odermündung bis nach Memel tobte der Sturm von 8 Uhr Morgens bis etwa 5 Uhr Nachmittags am heftigsten, wobei die Winde langsam mit dem Zeiger der Uhr drehten und bei westlicher Richtung die grösste Stärke erreichten. Für die Heftigkeit des Sturmes auch in dieser Gegend sprechen die vielfachen Beschädigungen an Gebäuden und Bäumen, wie sie von den meisten Signalstellen gemeldet wurden. Bemerkenswerth sind die elektrischen

Entladungen, die an der westlichen Ostsee und auf Rügen vereinzelt und zu ganz verschiedenen Zeiten beobachtet wurden.

Am 16. October 8 Uhr Morgens lag die Depression mit rascher Abnahme der Tiefe und der Intensität über dem bottnischen Busen. Die Winde waren überall schwächer geworden und traten nur noch vereinzelt stürmisch auf; an der deutschen Küste wehten meist mässige nordwestliche bis südwestliche Winde. In der Nacht hatte sich ein Gebiet hohen Luftdruckes, vom Ocean kommend, über Grossbritannien und Frankreich ausgebreitet und schritt an dem folgenden Tage, an Umfang zunehmend, ostwärts weiter, während das Minimum nordostwärts dem weissen Meere zuwanderte, wo es am 18. Morgens kaum noch zu erkennen ist.

Die ausführlichen Wetterkarten für den atlantischen Ocean zeigen, dass am 11. bei 20° westlicher Länge und 63° nördlicher Breite sich auf der Westseite der Depression, welche auf unserer Karte (Fig. 49) bei Finnmarken liegt, ein Theilminimum entwickelte, welches nach und nach zur selbständigen Depression sich ausbildend, in der Nacht vom 13. auf den 14. die britischen Inseln betrat und hier mit ausserordentlicher Intensität auftrat. — Das Auftreten der Depressionen am Südwestrande eines grösseren Minimums an der norwegischen Küste, mögen dieselben, was wohl die Regel ist, als Theilbildungen oder aber als selbständige Gebilde vom Ocean herkommen, sind für eine grosse Anzahl unserer Stürme sehr charakteristisch. Ich habe eine Reihe von bedeutenderen, theilweise von schweren Stürmen begleiteten Minima untersucht, welche in der Epoche von 1876 bis 1880 im Südwesten der britischen Inseln zuerst sich zeigten und dann in ostnordöstlicher Richtung durch die südliche Nordsee über Dänemark und Südschweden fortschritten, und gefunden, dass dieselben in den meisten Fällen auf der Südwestseite einer grösseren Depression lagen. Der Vorgang ist dann in der Regel folgender: Die Depression am Südwestrande nimmt rasch an Tiefe zu und durchschreitet mit ungewöhnlicher Geschwindigkeit die britischen Inseln und das Nordseegebiet, rasch an unserer Küste den Sturm zur vollen Entwickelung bringend, während die Depression im Nordosten bei langsamerer Fortbewegung gewöhnlich an Tiefe und Intensität abnimmt resp. verschwindet. Dabei macht die Verbindungslinie beider Minima eine Drehung gegen die Bewegung der Uhrzeiger.

Die Ausbreitung des Sturmfeldes war eine ausserordentlich

grosse; am 14. October 2^h p. m. waren bis zur Linie Kaiserslautern — Swinemünde stürmische Winde aufgetreten. Von 2 bis 3^h p. m. erreichten dieselben in Kaiserslautern die grösste Heftigkeit. An demselben Tage 8^h p. m. herrschte über der ganzen Westhälfte Centraleuropas nördlich vom Fusse der Alpen West- und Südweststurm, während im Osten die starken südlichen Winde rasch auffrischten. In der Nacht erreichten im nordwestlichen und centralen Deutschland die Winde die Stärke eines Orcans, welcher überall von heftigen Verwüstungen begleitet war. In Magdeburg wurde am 14. von 9 bis 10^h p. m. der Wind steifer, seine mittlere stündliche Geschwindigkeit stieg auf $13{,}6^m$ pro Secunde, von 10 bis 11^h stieg sie auf $16{,}2^m$, erreichte von 11 bis 12^h $21{,}2^m$ pro Secunde, was der Geschwindigkeit eines vollen Sturmes entspricht. Von 12 bis 1^h Nachts betrug das Stundenmittel $22{,}7^m$, von 1 bis 2^h $27{,}0^m$. Der gewaltigste Stoss erfolgte um 1^h 29^m, als die Geschwindigkeit (nicht mittlere stündliche) von $38{,}5^m$ pro Secunde erreicht wurde, die nur mit der Windgeschwindigkeit in einem Orcane verglichen werden kann. Zur selben Zeit tobte auch der Sturm in Sachsen und Brandenburg in wahrhaft schreckenerregender Weise. In Dresden wurde am 15. $5^3/_4$ bis 6^h a. m. eine mittlere Windgeschwindigkeit von $31{,}5^m$ am Anemometer direct beobachtet, jedoch soll zwischen 1 und 2 Uhr Nachts der Sturm viel stärker gewesen sein.

Die Temperaturverhältnisse und ihre Aenderungen während dieses Sturmes bieten nichts von den oben für Zugstrasse IV dargestellten Verhältnissen Abweichendes dar. Am 13. October 8^h a. m. verlief die Isotherme von 10^0 ungefähr von Südwestirland ostsüdostwärts nach Odessa hin, die von 15^0 von Südwestfrankreich nach Corsica und Süditalien, während erst in Nordfinnland die Temperatur unter $+ 5^0$ lag. Die Erwärmung, welche schon am 13. über Westfrankreich eintrat, pflanzte sich am 14. über England, Ostfrankreich und Süddeutschland und am 15. auch über Oesterreich fort, während im Westen wieder erhebliche Abkühlung erfolgte, die nun sehr rasch ostwärts fortschritt.

Zugstrasse IV, wärmere Jahreszeit. Die Zugstrasse IV ist insbesondere in den eigentlichen Sommermonaten stark freqentirt. Das barometrische Maximum liegt in den allermeisten Fällen über Südosteuropa, die Isobaren verlaufen nach Nordost, die Isothermen nach Ostnordost, die continentale Axe liegt weit nach Südost hin, so dass, wie in der kälteren Jahreszeit, die oceani-

sche Luft freien Zutritt in das Innere des europäischen Continentes hat.

Trübung und Niederschläge dringen rasch ostwärts vor und steigern sich nicht selten zu ganz bedeutenden Mengen, während die Regenwahrscheinlichkeit einen ausserordentlich grossen Werth hat. Die Temperatur, welche beim Erscheinen der Depression in Deutschland in weitaus den meisten Fällen über dem Normalwerthe lag, wird beim weiteren Fortschreiten successive erniedrigt, zumal da in dieser Jahreszeit nordwestliche Winde häufiger zur Entwickelung kommen, als in der kälteren und zuweilen einen stürmischen Charakter annehmen. Hiermit im Zusammenhange steht die ausserordentlich grosse Gewitterhäufigkeit, welche dieser Zugstrasse zukommt. Man kann mit einer Wahrscheinlichkeit von nahezu 70 % bei der oben dargestellten Situation Gewitter bei Vorübergang der Cyclone erwarten, welche meistens von grosser Ausdehnung und Intensität sind.

Auch in dieser Jahreszeit zeigt sich die interessante Thatsache, dass fast in allen Fällen bei Erscheinen der Cyclone im Westen sich gleichzeitig ein barometrisches Minimum im Nordosten, gewöhnlich über Finnland, befindet, so dass die Cyclone sich in einer mit der Bahn zusammenfallenden Rinne niedrigen Luftdruckes fortbewegt.

Häufig findet ein totaler Witterungsumschlag statt, indem das heitere, tockene, warme und ruhige Wetter kühler, trüber, feuchter und nicht selten windiger Witterung mit Gewittererscheinungen Platz macht. Ein solcher Fall, welcher nicht selten vorzukommen pflegt, trat ein vom 5. bis 7. Juni 1881, welcher durch die 3 folgenden Wetterkarten veranschaulicht werden soll.

Am 5. Juni liegt ein umfangreiches Depressionsgebiet über Nordwesteuropa, der höchste Luftdruck über dem Mittelmeer. Bei leichter Luftbewegung aus südwestlicher Richtung ist das Wetter über Frankreich und Deutschland heiter, trocken und ungewöhnlich warm. In Süd- und Ostdeutschland hat die Morgentemperatur vielfach 20° überschritten. Aber im Südwesten zeigt die Isobare von 755^{mm} eine Ausbuchtung, welche im Verein mit dem auf der Ostseite hin abnehmenden Luftdrucke die Entwickelung einer Theildepression anzeigt.

Die Wetterkarte vom 6. Juni zeigt diese Theildepression über der südlichen Nordsee in weiterer Ausbildung und von erheblicher Tiefe, der westdeutschen Küste näher rückend, während die

Isobare von 750mm sich zungenförmig nach dem südlichen Frankreich erstreckt. Die Wirkung der Depression auf die Witterung ist aus der Wetterkarte vom 6. ersichtlich: in Frankreich und Westdeutschland ist trübes Wetter eingetreten, stellenweise fällt Regen; die Temperatur ist in Frankreich und in Westdeutschland herabgegangen; in Westdeutschland bis zu der Linie Friedrichshafen-Stettin gingen insbesondere am Nachmittage zahlreiche Gewitter nieder, meist von

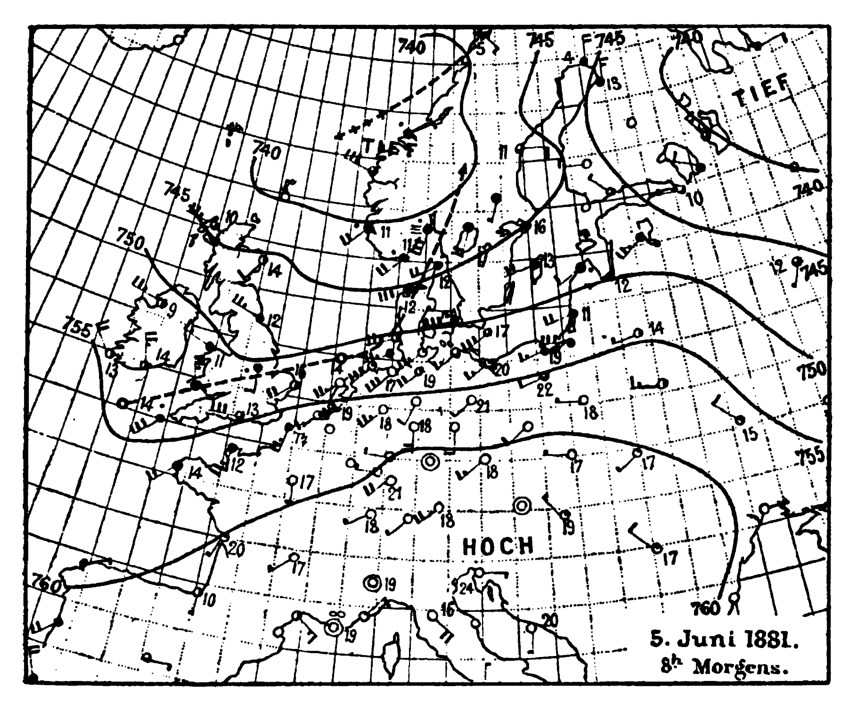


Fig. 50.

geringen Niederschlägen begleitet. Dagegen über Ostdeutschland, sowie über Oesterreich-Ungarn ist das Wetter noch andauernd heiter und warm.

Am 7. liegt die Depression als ausgeprägte Cyclone mit ihrem Centrum über dem Skagerrak, die Isobare von 750mm hat sich weiter nach Süden hin ausgebuchtet und ragt sogar über die Alpen hinaus in Italien hinein. Das trübe Wetter hat sich über ganz Deutschland, sowie über Oesterreich-Ungarn ausgebreitet, wogegen in Frank-

reich wieder Aufklaren eingetreten ist. Die Temperatur ist allenthalben erheblich gesunken, in Deutschland bis zu 9°, so dass jetzt überall recht kaltes Wetter herrscht. An fast allen deutschen Stationen ist Regen gefallen, vielfach in erheblicher Menge und meist in Gewitterböen, welche am Abend über Deutschland sich fortbewegten. In dem Gebiete südöstlich von der Ostsee, auf der Südostseite der Cyclone dauert das heitere, warme Wetter noch vorübergehend fort. —

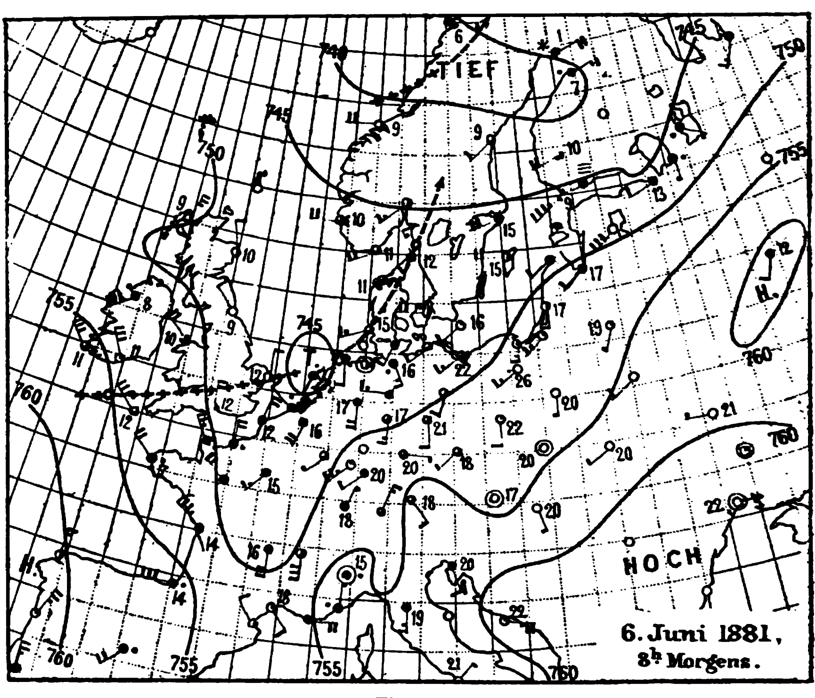


Fig. 51.

Zugstrasse Va, kältere Jahreszeit. Die Cyclonen dieser Zugstrasse, welche in den eigentlichen Sommermonaten aus den bereits angegebenen Gründen nur sehr selten vertreten sind, sind viel weniger entwickelt als diejenigen der anderen Zugstrassen. Das barometrische Maximum liegt auf dem Ocean westlich von Europa und steht im Zusammenhang mit dem grossen Maximum der Rossbreiten, ein zweites Maximum liegt in der Regel über Finnland, so dass zwischen beiden eine breite Rinne niedrigen Luftdrucks lagert, in welcher sich die Cyclonen bewegen. Die Isobaren verlaufen

durchschnittlich nach Norden, während die höchste Wärme im Südwesten liegt, welche nach Nordost hin successive abnimmt.

Charakteristisch für diese Zugstrasse ist die Abkühlung, welche in Frankreich und ganz Deutschland erfolgt, wenn eine Cyclone in dieselbe einlenkt. Insbesondere im Frühjahr und im Herbst erhält diese Abkühlung oft eine sehr grosse Intensität und Beharrlichkeit. Dieser Situation verdanken wir hauptsächlich die Kälte-

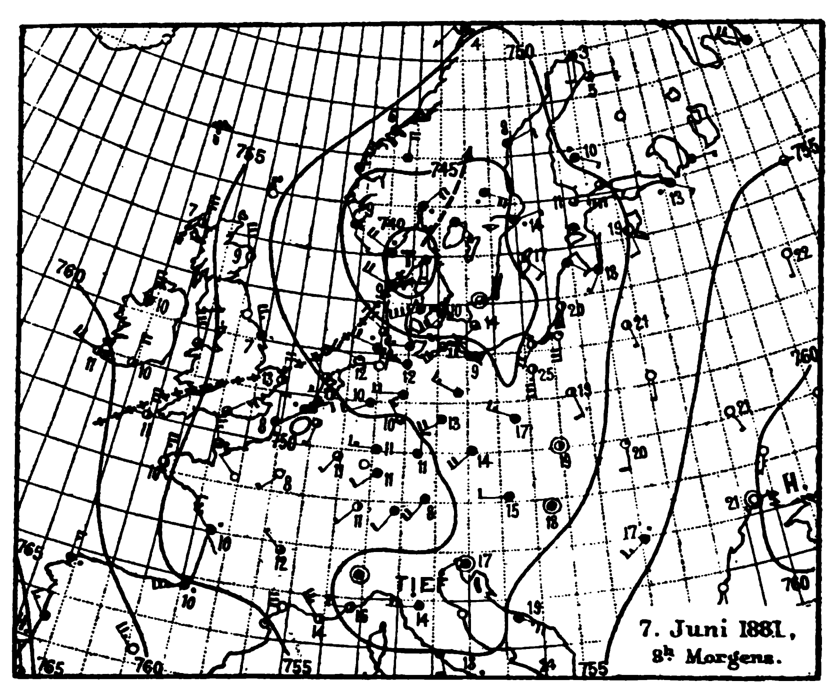


Fig. 52.

rückfälle, welche bekanntlich im Mai sehr häufig vorkommen und die wegen ihrer schädlichen Wirkung vom Landmanne so gefürchtet werden. Bei dieser Wetterlage werden die britischen Inseln und das westliche Frankreich von nördlichen und nordwestlichen Winden, die aus dem hohen Norden kommen, überstrichen, welche die östlicher gelegenen Gebietstheile von der oceanischen Circulation absperren, während hier continentale östliche und südöstliche Winde wehen, welche bei weiterem Fortschreiten der Cyclonen eine immer mehr nördliche Richtung annehmen. Erwägen wir ferner, dass,

wie schon oben hervorgehoben, ganz abweichend von den übrigen Zugstrassen, der Cyclone in der Regel keine zweite folgt, so kann mit grosser Wahrscheinlichkeit angenommen werden, dass die durch die Cyclonen der Zugstrasse Va hervorgerufene Abkühlung in der Regel einen grösseren Bestand hat, als dieses in den übrigen Fällen stattzufinden pflegt, ein Umstand, der für die Praxis von nicht unerheblicher Bedeutung ist.

Hervorzuheben ist, dass die Cyclonen der Zugstrassen Va und IV fast an derselben Stelle zuerst auftauchen und doch stehen beide Zugstrassen nahezu senkrecht auf einander. Aber dieselbe Verschiedenheit zeigt bei beiden die Vertheilung des Luftdrucks und der Temperatur, indem die Isobaren beider Zugstrassen nahezu einen Winkel von 90° mit einander bilden, während derjenige der Isothermen etwas kleiner ist.

Die Bewölkung ist für diese Zugstrasse ziemlich erheblich, nur im Frühjahr und Herbst ist sie für Nord- und Ostdeutschland geringer. Beim Erscheinen der Cyclonen im Westen ist das Wetter vorwiegend heiter, jedoch bei weiterem Fortschreiten jener wird dieses vorwiegend trübe. Die Regenarea erstreckt sich hauptsächlich über Frankreich, jedoch kommen auch im westlichen Deutschland häufige und ergiebige Niederschläge vor, dagegen bleibt Ostdeutschland meist trocken. Elektrische Entladungen kommen bei dieser Zugstrasse äusserst selten vor. Wegen der geringeren Entwickelung der dieser Strasse angehörigen Cyclonen pflegt das Wetter bei derselben ruhig zu sein, nur selten kommen starke oder gar stürmische Winde zur Entwickelung.

Die folgende Wetterkarte vom 30. November 1882 giebt ein Beispiel für diese Zugstrasse.

Das barometrische Maximum liegt auf dem Ocean westlich von Europa, ein zweites an der südlichen Küste von Finnland. Die Cyclone, von Schottland kommend, hat ihren Kern über Ostfrankreich. Ueber Westfrankreich wehen starke nördliche, über Westdeutschland leichte südöstliche bis nordöstliche Winde. Das Wetter ist trübe, nur im südlichen Nordseegebiete auf der Rückseite der Cyclone ist Aufklaren und heitere Witterung eingetreten. Die höchste Wärme herrscht über Südwesteuropa, von dort aus nimmt sie nach Nordost hin ab. Deutschland hat leichten Frost, im Nordosten herrscht strenge Kälte. Niederschläge sind in den letzten 24 Stunden auf den britischen Inseln, in Frankreich und in Südwest-

deutschland gefallen, in den folgenden 24 Stunden, in welchem Zeitraum die Cyclone südostwärts nach Italien hin fortschreitet, finden in Süddeutschland Schneefälle statt.

Zugstrasse Va, wärmere Jahreszeit. Diese Zugstrasse ist, wie bemerkt, in den eigentlichen Sommermonaten sehr selten. Das Luftdruckmaximum liegt im äussersten Südwesten Europas, während

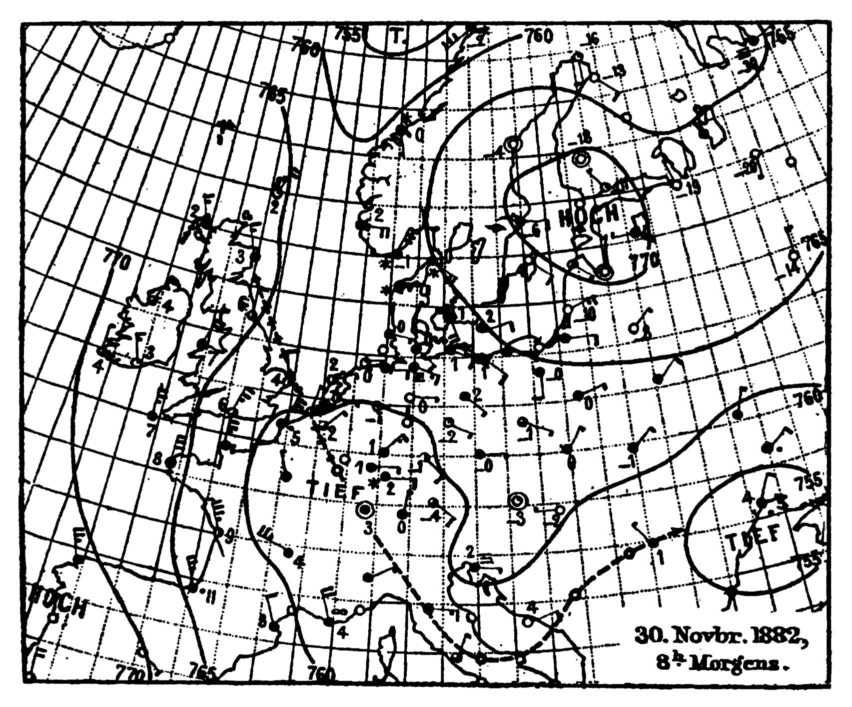


Fig. 53.

die Isobaren von Nordwest nach Südost, die Isothermen von Westnordwest nach Ostsüdost verlaufen. Charakteristisch für diese Zugstrasse ist das kühle, ziemlich heitere Wetter und die Seltenheit der Gewitter in ganz Deutschland.

Zugstrasse Vb, kältere Jahreszeit. Aehnlich wie bei Zugstrasse Va zeigt sich auch hier ein zweites barometrisches Maximum fast stets an derselben Stelle, und zwar westlich von den britischen Inseln, während die Isobaren auf der Ostseite des Minimums am dichtesten gedrängt sind. Es scheint das westliche Maximum in Beziehung zu stehen mit dem Zustandekommen dieser

Zugstrasse. Es wird hierdurch ein kalter Luftstrom über Central-Europa eingeleitet und so die für diese Zugstrasse günstige Temperaturvertheilung hergestellt. Die Isobaren verlaufen über Central-Europa nach Süd.

Sehr hübsch zeigt sich bei dieser Zugstrasse die oben angeführte Beziehung zwischen Temperaturvertheilung und Fortpflanzungsrichtung der Cyclonen, wie bereits oben (Seite 290 ff.) schon dargelegt wurde.

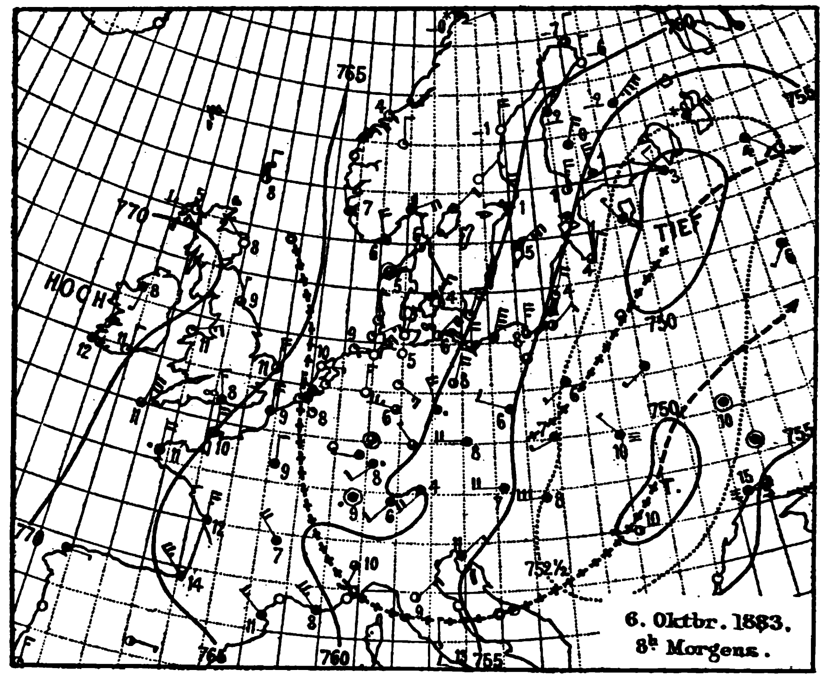


Fig. 54.

Es verdient hervorgehoben zu werden, dass die Zugstrassen Va und Vb mit einander in engster Beziehung stehen. Wenn diese Zugstrasse eingeschlagen wird, wird nicht selten fast ganz Mittel-Europa auf der West-, Süd- und Ostseite von einem Wall hohen Luftdruckes und hoher Temperatur umgeben, an deren Rande die Depressionen sich fortpflanzen, so dass es nicht selten vorkommt, dass eine Depression den ganzen Weg über Westfrankreich, Italien, Oesterreich-Ungarn nach den russischen Ostsee-Provinzen zurücklegt. Ein schönes Beispiel hierfür giebt eine Depression, welche schon

am 2. Januar 1878 südlich von Newfundland erkenntlich ist und die, am 6. bei den Far-Öern europäisches Gebiet betretend, in weitem, bis nach Triest hinführendem Bogen Central-Europa umzog und sich dann nach dem nordwestlichen Russland wandte.

Für Süd- und Ostdeutschland sind die Bewölkung und die Regenwahrscheinlichkeit sehr gross, das nordwestliche Deutschland wird weniger von dem Einflusse dieser Cyclonen berührt, das Wetter bleibt dort meist heiter, indessen ist daselbst die Regenwahrschein-

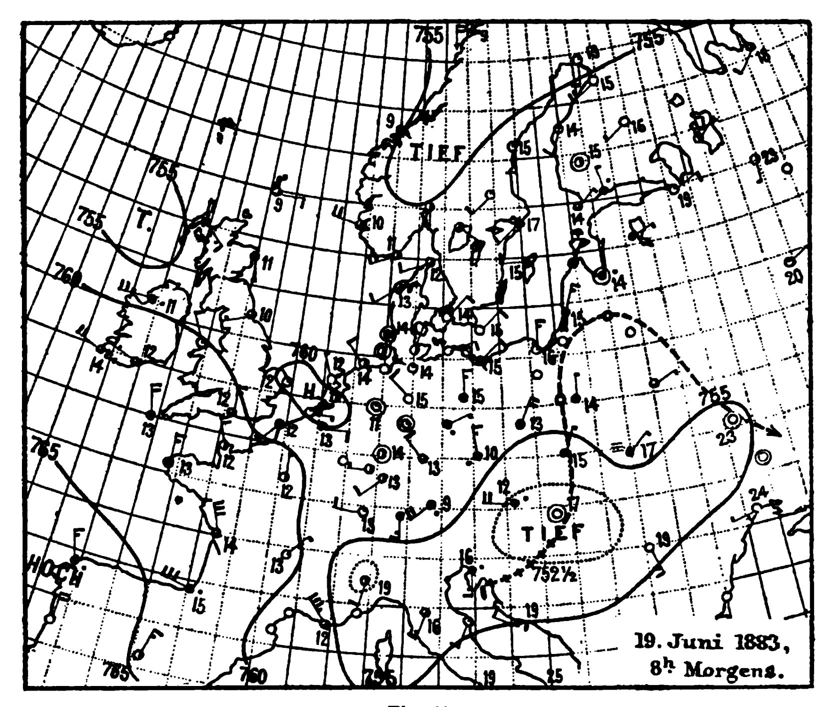


Fig. 55.

lichkeit noch ziemlich gross. Gewitter fehlen bei dieser Zugstrasse ganz.

Als Beispiel wähle ich die Wetterkarte vom 6. October 1883, welche ohne Weiteres verständlich sein dürfte.

Zugstrasse Vb, wärmere Jahreszeit. Die Lage der Isobaren und Isothermen ist ganz ähnlich wie in der kälteren Jahreszeit. Das zweite Maximum liegt etwas südlicher, häufig über dem Busen von Biscaya. Obgleich die Bewölkung keine sehr erhebliche ist, so ist doch die Abkühlung eine sehr bedeutende und ausgedehnte:

sie erstreckt sich über Skandinavien, Grossbritannien, insbesondere über Frankreich und Deutschland, während am schwarzen Meere ausserordentlich hohe Wärme herrscht.

Im Gegensatze zu den übrigen Zugstrassen ist bei dieser in der wärmeren Jahreszeit die Luftbewegung entschieden stärker als in der kälteren, bei Annäherung an unsere Küste haben wir frische nordöstliche und nördliche Winde zu erwarten. Gewitter sind bei dieser Zugstrasse ziemlich selten.

Auf unserer Wetterkarte vom 19. Juni 1883 liegt eine flache Depression über Oesterreich-Ungarn, welche am Vortage über der Adria entstanden ist und erzeugt in Ost- und Süddeutschland allenthalben Regenwetter. Am folgenden Tage liegt sie an der ostdeutschen Grenze, in Ostdeutschland vielfach stürmische nördliche und nordwestliche Winde verursachend.

III. Anleitung zur Aufstellung von Wetterprognosen auf Grund der Wetterkarten.

Wenn wir alle vorhergehenden Darlegungen gehörig berücksichtigen, so dürfte es nicht schwer sein, in jedem einzelnen Falle, in welchem die Vertheilung der meteorologischen Elemente auf grösserem Gebiete oder die Wetterlage gegeben ist, sich ein gegründetes Urtheil über den wahrscheinlichen Verlauf des Wetters zu bilden. Allerdings ist die Mannigfaltigkeit der Witterungserscheinungen so ausserordentlich gross, dass keine Wetterlage einer anderen vollkommen gleich ist, sehr oft kommen ganz unbedeutende, in den Wetterkarten kaum oder nicht erkennbare Störungen vor, die, sich rasch weiter entwickelnd und mit grosser Geschwindigkeit fortschreitend, alle unsere Vermuthungen täuschen, allein in den meisten Fällen lässt sich die Wetterlage mit einem bestimmten Typus vergleichen und sich ihre Aenderung im Grossen und Ganzen mit grosser Wahrscheinlichkeit voraussehen. Vor allem ist auf die Vertheilung des Luftdrucks und der Temperatur Rücksicht zu nehmen, wenn in dem Bereiche der Wetterkarte irgendwo eine Depression

erscheint. Die oben angeführte Regel ist eine ebenso einfache als werthvolle Handhabe, um die Fortpflanzungsrichtung einer Cyclone mit einem hohen Grade der Wahrscheinlichkeit vorauszusehen, und wir haben dann noch zu beurtheilen, wie sich der Einfluss derselben auf die Witterungsphänomene der betreffenden Gegend äussern wird. Die Gewinnung dieses Urtheils ist in vielen Fällen ausserordentlich schwierig, indessen dürfte das oben dargelegte aus langjähriger Erfahrung und aus vielen Untersuchungen gesammelte Material manche wichtige Anhaltspunkte geben, deren Beachtung uns in Stand setzt, Schlüsse zu ziehen, die mit den nachfolgenden Thatbeständen meistens übereinstimmen.

Nicht minder wichtig bei Aufstellung der Wetterprognosen ist die aufmerksame Verfolgung der Witterungsvorgänge am Orte selbst, wie sie sich in dem Gang der meteorologischen Instrumente, in der Himmelsschau, insbesondere aber in den wechselnden Erscheinungen des Wolkenhimmels ausspricht. Ueber diese localen Erscheinungen und ihre Verwerthung für die Wetterprognose werde ich unten noch ausführlicher zu sprechen haben. Wir wollen hier nur bemerken, dass die Anlehnung dieser Localbeobachtungen an die allgemeine Wetterlage durchaus nothwendig ist, und dass ohne diese nennenswerthe Erfolge nicht erwartet werden können.

Um die Witterungserscheinungen und ihre Aenderungen nach bestimmten Gesichtspunkten gruppiren zu können, lehne ich sie an die vorhin besprochenen Zugstrassen an, welche die Cyclonen über Europa mit Vorliebe zu verfolgen pflegen, so dass also hauptsächlich die am meisten typischen Witterungserscheinungen in Betracht fallen, welche durch die vorhergehenden Wetterkarten illustrirt sind. Zur Charakterisirung der Einflüsse, welche die Cyclonen bei ihrem Erscheinen, bei ihrem Vorübergange und nach demselben auf das Wetter in unseren Gegenden ausüben, wurden, wie bereits bemerkt, die Zugstrassen I bis IV in 3 Theile getheilt, indem von den äussersten Punkten unserer Küste, also von Borkum und Memel, Senkrechte auf dieselben errichtet wurden, so dass der westlich gelegene Theil der Vorderseite (1. Tag), der mittlere dem Vorübergang (2. Tag) und der östlich gelegene Theil der Rückseite (3. Tag) entspricht (d. h. für Deutschland im Allgemeinen). Bei den Zugstrassen Va und Vb wurden nur die Positionen an der Ausgangsstelle (resp. Nordwest-Frankreich und Oesterreich-Ungarn) berücksichtigt. Hiernach wurden die meteorologischen Elemente nach noch näher anzugebender Methode in eine Tabelle eingetragen und hieraus die

Mittel berechnet und zwar für die kältere und wärmere Jahreszeit (October bis März resp. April bis September).

Diese Mittelwerthe geben ein anschauliches Bild der Witterungsvorgänge, wie sie sich successive vollziehen werden, wenn eine Cyclone auf einer gegebenen Zugstrasse fortschreitet, und kann also sofort zur Prognose für den folgenden und (ausser bei Va und Vb) für den zweitfolgenden Tag benutzt werden, wenn man aus den gegebenen Anzeichen zu dem Schlusse berechtigt ist, dass eine Cyclone auf einer der Zugstrassen sich bewegen wird.

Um beim Erscheinen einer Cyclone sich rasch orientiren und ein Urtheil gewinnen zu können, welche Zugstrasse dieselbe wahrscheinlich einschlagen wird, ist in den beigegebenen Kärtchen (Fig. 56 u. 57) die mittlere anfängliche Luftdruckvertheilung für jede einzelne Zugstrasse veranschaulicht und die Positionen, auf welche sich die mittlere Luftdruck- und Temperatur-Vertheilung bezieht, durch Punkte bezeichnet. Die eingeschriebenen Worte kalt, warm, normal bezeichnen die Gebiete, deren Temperatur unter oder über dem Durchschnittswerthe derselben Jahreszeit liegt oder demselben nahezu gleich ist.

Die Zugstrasse III, welche für die Witterungserscheinungen unserer Gegenden, namentlich für die Windverhältnisse an unserer Küste, ein besonderes Interesse hat, bietet, wie bereits bemerkt, zwei ausgesprochene Gruppen, die auch durch die Luftdruckvertheilung markirt sind (IIIa, IIIb); diese habe ich neben der Druckvertheilung der allgemeinen Zugstrasse noch besonders dargestellt und auch in der Tabelle gesondert behandelt.

Die beigegebenen Kärtchen beziehen sich alle auf den Zeitraum von 1876—80, die Tabellen auf den Zeitraum von 1876—1884 incl.

Zum Verständnisse der Tabelle ist noch Folgendes zu bemerken. Alle Angaben derselben beziehen sich auf die Wetterberichte der Seewarte von 8 Uhr Morgens, und sind nach den 3 Gebieten Deutschlands geschieden, so dass die Strecke Rügen—Saalethal ungefähr die Grenze zwischen Ost- und Westdeutschland, die Strecke Eifel bis Thüringerwald jene zwischen Nordwest- und Süddeutschland angiebt. Für Nordwestdeutschland wurden die Morgenbeobachtungen von 8, für Ostdeutschland von 6 und von Süddeutschland für 7 Stationen benutzt. Bei den verschiedenen Angaben wurden die einzelnen Fälle beigeschrieben, in welchen jene statthatten oder nicht, z. B.

kälter 11 : 3 bedeutet: in 11 Fällen trat Abkühlung ein, in 3 Erwärmung. Dabei wurde bei normaler oder wenig veränderter Temperatur die eine Hälfte zu „warm" (über dem Normalwerthe) resp. „wärmer", die andere zu „kühl" (unter dem Normalwerthe) resp. „kühler" gezählt. Aehnlich wurde mit der Bewölkung verfahren; hier wurde unterschieden 0—2 = heiter, 3 = wolkig, 4 = bedeckt und dann die Anzahl der Fälle wolkigen Wetters halb zu „heiter", halb zu „bedeckt" gerechnet. Die Fälle der Temperaturänderung beziehen sich alle auf die letzten 24 Stunden, dagegen diejenigen für Regen und Gewitter auf die folgenden 24 Stunden, alle übrigen auf den Moment der Beobachtung. Regen und Nebel wurden nur dann gerechnet, wenn diese Erscheinungen wenigstens an 2 Stationen vorkamen oder Regen an einer in erheblich grosser Menge.

Zwei Beispiele werden die Anlage der Tabelle vollständig klar machen.

Gesetzt, in einem bestimmten Falle lasse die Wetterkarte erwarten, dass ein eben erschienenes Minimum die Zugstrasse I verfolge und das barometrische Maximum läge über Südwesteuropa, dann würde die Prognose lauten (die mit + bezeichneten Zahlen geben die Anzahl der wahrscheinlichen Treffer, die mit — bezeichneten die Anzahl der verfehlten Prognosen*):

1) Für den folgenden Tag:

a) Für das nordwestliche Deutschland: Starke bis stürmische westliche und südwestliche Winde, warm (+ 14 1/2, — 1 1/2), meist wärmer als vor 24 Stunden (+ 8 1/2, — 7 1/2), meist heiter (+ 8 1/2, — 7 1/2), jedoch Regen (+ 12, — 4), kein Nebel (+ 15, — 1), kein Gewitter (+ 14, — 2);

b) für das südliche Deutschland: Frische westliche und südwestliche Winde, warm (+ 12, — 4), wärmer als vor 24 Stunden (+ 11, — 5), trübe (+ 9 1/2, — 6 1/2), Regen (+ 11, — 15), kein Nebel (+ 15, — 1), kein Gewitter (+ 16, — 0);

c) für das östliche Deutschland: Schwache westliche und südwestliche Winde, warm (+ 13 1/2, — 2 1/2), wärmer als

*) Man vergleiche die Wetterkarte vom 2. und 3. Januar 1880, oben Fig. 38 u. 39, welche den Vorübergang und die Rückseite der auf der betreffenden Zugstrasse fortschreitenden Cyclone veranschaulichen.

vor 24 Stunden (+ 11½, — 4½), trübe (+ 12, — 4), Regen (+ 12, — 4), kein Nebel (+ 16, — 0), kein Gewitter (+ 15, — 1). —

Wenn die Cyclone sich auf der Zugstrasse beim Vorübergange befindet.

2) Für den zweitfolgenden Tag:

a) Für das nordwestliche Deutschland: Starke bis stürmische westliche und südwestliche Winde, warm (+ 8½, — ½), kälter als vor 24 Stunden (+ 6, — 3), meist heiter (+ 5, — 4), jedoch Regen (+ 6, — 3), kein Nebel (+ 8, — 1), kein Gewitter (+ 9, — 0);

b) für das südliche Deutschland: Meist mässige südwestliche Winde, warm (+ 7, — 3), kälter als vor 24 Stunden (+ 5, — 4), meist heiter (+ 5, — 4) jedoch meist Regen + 5, — 4), kein Nebel (+ 7, — 2), kein Gewitter (+ 9, — 0);

c) für das östliche Deutschland: Schwache westliche und südwestliche Winde, warm (+ 8½, — ½), wärmer als vor 24 Stunden (+ 5½, — 3½), heiter oder trübe (+ 4½, — 4½), Regen + 6, — 3), kein Nebel (+ 7, — 2), kein Gewitter (+ 9, — 0).

Als Beispiel für die wärmere Jahreszeit nehmen wir den Fall, dass eine Cyclone die Zugstrasse IV verfolgt*), wir erhalten alsdann nach der Tabelle folgende Prognose:

1) Für den folgenden Tag:

a) Für das nordwestliche Deutschland: Starke südwestliche bis nordwestliche Winde, kühl (+ 22, — 5), kühler als vor 24 Stunden (+ 21, — 6), trübe (+ 15½, — 11½), Regen (+ 24, — 3), kein Gewitter (+ 19, — 8);

b) für das südliche Deutschland: Frische westliche Winde kühl (+ 15½, — 11½), kühler als vor 24 Stunden (+ 19½, — 7½), heiter (+ 22, — 5), jedoch Regen (+ 22, — 5), kein Gewitter (+ 16, — 11);

c) für das östliche Deutschland: Frische südliche und südwestliche Winde, warm (+ 17½, — 9½), wärmer als vor

*) Vergleiche die Wetterkarten vom 5., 6. und 7. Juni 1881 (Fig. 50, 51 und 52), in welchen die Vorderseite und der Vorübergang (7.) einer auf dieser Zugstrasse fortschreitenden Cyclone dargestellt ist.

24 Stunden (+ 17, — 10), heiter (+ 15½, — 11½), jedoch Regen (+ 25, — 2), kein Gewitter (+ 14, — 13).

Die Aufstellung der Prognose für den zweitfolgenden Tag dürfte hiernach leicht sein.

Ein Vergleich dieser Prognosen mit den in den Fussnoten angegebenen Wetterkarten zeigt in der That eine grosse Uebereinstimmung.

Bei Aufstellung der Prognosen und bei Beurtheilung der Wahrscheinlichkeit des Eintreffens ist es nothwendig, die in der Tabelle eingeklammerten Zahlen zu berücksichtigen.

Ich mache wiederholt ausdrücklich darauf aufmerksam, dass die in der Tabelle enthaltenen Fälle typischen Erscheinungen angehören, die nur einen Theil der grossen Mannigfaltigkeit ausmachen. Die Verwerthung dieser Fälle für die Praxis dürfte schon an sich eine nicht zu unterschätzende Bedeutung für die ausübende Witterungskunde haben, indessen ist es möglich, aus diesem Material weitere Schlüsse abzuleiten und für andere bestimmte Fälle zu verwerthen. Uebrigens habe ich die volle Ueberzeugung, dass die von mir eingeschlagene Methode durchaus entwickelungsfähig ist und fordere angelegentlichst dazu auf, in dieser oder ähnlicher Weise systematisch die Wetterprognose auszubauen, jedenfalls wird uns dieses weiter führen, als das planlose Vergleichen der täglichen Wetterkarten.

Schema zur Beurtheilung der wahrscheinlich zu erwartenden

I. Kältere Jahreszeit

A. Ausgangsstelle westlich und nord-

a) **Maximum in Südost-Europa.** Häufigster Fall, gewöhnlich Ausbreitung des von Central-Spanien über Bayern nach dem Schwarzen Meere.

Distrikt	Wind – Vorderseite	Wind – Vorübergang	Wind – Rückseite	Temperatur – Vorders.	Temperatur – Vorüberg.	Temperatur – Rücks.
Deutschland NW-	meist schwacher, südl. und südöstl. Wind; nicht stürmisch (20 : 0)	mässige, westl. und südwestliche Winde; nicht stürmisch (19 : 0)	schwache, westl. u. südwestl. Winde; selten stürmisch (1 : 13)	warm (16½ : 3½) wärmer (18 : 7)	warm (15½ : 3½) wärmer (14 : 5)	warm (10½ : 3½) wärmer (6½ : 7½)
S-	schwache Luftbewegung, variabel; nicht stürmisch (20 : 0)	schwache Luftbeweg., meist aus SW und W, nicht stürmisch (19 : 0)	schwache Luftbew., meist aus SW u. W; nicht stürmisch (14 : 0)	warm (12 : 8) wärm. od. kält. (10 : 10)	warm (15 : 4) wärmer (14 : 5)	warm (9½ : 4½) wärmer (8 : 6)
E-	schwache, südl. und südöstl. Winde; nicht stürmisch (20 : 0)	schwache, südw. bis südöstl. Winde; nicht stürmisch (19 : 0)	schwache meist südwestliche Winde; selten stürmisch (1 : 13)	warm (13½ : 6½) meist kälter (12 : 7)	warm (15½ : 3½) wärmer (12 : 7)	warm (10½ : 3½) wärmer (10 : 4)

b) **Maximum in Südwest-Europa.** (Spanien, Südfrankreich, Alpen.) Maximum ge- Axe: von Central-Spanien über Bayern nach dem Schwarzen Meere.

Distrikt	Wind – Vorderseite	Wind – Vorübergang	Wind – Rückseite	Temperatur – Vorders.	Temperatur – Vorüberg.	Temperatur – Rücks.
Deutschland NW-	starke, südwestliche Winde; zuweilen stürmisch (3 : 13)	starke, westl. u. südwestl. Winde; zuweilen stürmisch (5 : 11)	starke, westl. u. südwestl. Winde; zuweilen stürmisch (3 : 7)	warm (13 : 3) wärmer (12 : 4)	warm (14½ : 1½) meist wärmer (8½ : 7½)	warm (8½ : 1½) kälter (6 : 3)
S-	schwache, meist westl. u. südwestl. Winde; nicht stürmisch (16 : 0)	frische, westl. u. südwestl. Winde; zuweilen stürmisch (2 : 14)	meist mässige, südwestl. Winde; selten stürmisch (1 : 9)	warm (10½ : 5½) wärmer (10 : 6)	warm (12 : 4) wärmer (11 : 5)	warm (7 : 3) kälter (5 : 4)
E-	schwache, südl. u. südwestl. Winde; nicht stürmisch (16 : 0)	mässige, südwestl. bis westl. Winde; nicht stürmisch (16 : 0)	schwache, westl. u. südwestl. Winde; nicht stürmisch (10 : 0)	warm (10½ : 5½) meist kälter (8½ : 7½)	warm (13½ : 2½) wärmer (11½ : 4½)	warm (8½ : 1½) wärmer (5½ : 3½)

c) **Maximum in Central-Europa.** Lage der continentalen Axe: durch Frankreich und

Distrikt	Wind – Vorderseite	Wind – Vorübergang	Wind – Rückseite	Temperatur – Vorders.	Temperatur – Vorüberg.	Temperatur – Rücks.
Deutschland NW-	schwache Luftbewegung; nicht stürmisch (11 : 0)	meist schwache Winde, vorwiegend aus S; nicht stürmisch (11 : 0)	frische westl. u. südwestl. Winde, selten stürmisch (1 : 7)	warm (7 : 4) kälter (8 : 3)	warm (6½ : 4½) meist wärmer (6 : 5)	warm (7½ : 1½) wärmer (7 : 1)
S-	schwache Luftbewegung; nicht stürmisch (11 : 0) still	schwache Luftbewegung; nicht stürmisch (11 : 0) still	schwache Luftbewegung; nicht stürmisch (8 : 0) still	warm (7 : 4) kälter (8 : 3)	meist warm (6 : 5) kälter (8½ : 2½)	warm (6 : 2) wärmer (5 : 3)
E-	mässige, westl. und nordwestliche Winde; selten stürmisch (1 : 10)	schwache Luftbewegung; nicht stürmisch (11 : 0)	mässige, zuweilen starke (3 : 8) westl. u. südw. Winde; nicht stürmisch (8 : 0)	warm (8 : 3) meist kälter (6½ : 4½)	warm (8 : 3) kälter (8 : 3)	warm (7 : 1) meist wärmer (4½ : 3½)

Witterung für Deutschland und angrenzende Länder (1876—84).
(October bis März).

Wetter			Bemerkungen.
Vorderseite	Vorübergang	Rückseite	

westlich von Schottland. ***(Zugstrasse I.)***
continentalen asiatischen Maximums nach W hin. Mittlere Lage der continentalen Axe
Verlauf der Isobaren über Central-Europa nach NE.

Vorderseite	Vorübergang	Rückseite	Bemerkungen.
trübe (11½ : 8½) Regen (15 : 5) Nebel (10 : 10) kein Gewitter (19 : 1)	heiter (11½ : 7½) Regen (13 : 6) kein Nebel (12 : 7) kein Gewitter (16 : 3)	heiter (8 : 6) Regen (9 : 5) kein Nebel (11 : 3) kein Gewitter (13 : 1)	Häufige Lostrennung eines Maximums, so dass ein Maximum über der Alpengegend, ein anderes über Ungarn liegt.
heiter (19 : 1) Regen (11 : 9) kein Nebel (12 : 8) kein Gewitter (19 : 1)	heiter (10½ : 8½) Regen (13 : 6) kein Nebel (13 : 6) kein Gewitter (19 : 0)	heit. od. trübe (7 : 7) Regen (8 : 6) kein Nebel (8 : 6) kein Gewitter (14 : 0)	
trübe (19 : 1) trocken (13 : 7) kein Nebel (16 : 4) kein Gewitter (20 : 0)	trübe (10½ : 8½) wenig Regen (10 : 9) kein Nebel (19 : 0) kein Gewitter (19 : 0)	trübe (10 : 4) etwas Regen (8 : 6) kein Nebel (14 : 0) kein Gewitter (14 : 0)	

wöhnlich Ausbreitung desjenigen bei den Azoren. Mittlere Lage der continentalen
Verlauf der Isobaren über Central-Europa nach NE und E.

Vorderseite	Vorübergang	Rückseite	Bemerkungen.
trübe (10 : 6) Regen (14 : 2) kein Nebel (14 : 2) kein Gewitter (12 : 4)	meist heiter (8½ : 7½) Regen (12 : 4) kein Nebel (15 : 1) kein Gewitter (14 : 2)	meist heiter (5 : 4) Regen (6 : 3) kein Nebel (8 : 1) kein Gewitter (9 : 0)	Breitet sich der hohe Luftdruck im Rücken der Depression nordwestl. nach Frankreich und Gr.-Britann. aus, dann Abkühlung im NW, südostw. fortschreitend. Nicht selten entwickeln sich auf der Südseite Theildepressionen, dann nordwestliche Winde mit rascher Abkühlung und nicht selten Gewitter im Nordwesten.
theil. heiter (8½ : 7½) Regen (10 : 6) kein Nebel (10 : 6) kein Gewitter (15 : 1)	trübe (9½ : 6½) Regen (11 : 5) kein Nebel (15 : 1) kein Gewitter (16 : 0)	meist heiter (5 : 4) meist Regen (5 : 4) kein Nebel (7 : 2) kein Gewitter (9 : 0)	
trübe (9 : 7) Regen (12 : 4) kein Nebel (15 : 1) kein Gewitter (16 : 0)	trübe (12 : 4) Regen (12 : 4) kein Nebel (16 : 0) kein Gewitter (15 : 1)	heit. od. trübe (4½ : 4½) Regen (6 : 3) kein Nebel (7 : 2) kein Gewitter (9 : 0)	

Deutschland. Verlauf der Isobaren über dem Nord- und Ostseegebiet nach NE und E.

Vorderseite	Vorübergang	Rückseite	Bemerkungen.
meist trübe (6 : 5) trocken (10 : 1) Nebel (6 : 5) kein Gewitter (11 : 0)	trübe (7 : 4) meist Regen (6 : 5) Nebel (8 : 3) kein Gewitter (11 : 0)	trübe (8 : 0) trocken (5 : 3) Neb. od. kein N. (4 : 4) kein Gewitter (8 : 0)	Enthaltend 3 Fälle aus dem sehr strengen Winter 1879/80.
trübe od. heit. (5½ : 5½) trocken (9 : 2) Nebel (6 : 5) kein Gewitter (11 : 0)	meist trübe (6 : 5) trocken (11 : 0) Nebel (9 : 2) kein Gewitter (11 : 0)	trübe (6 : 2) trocken (5 : 3) Nebel (6 : 2) kein Gewitter (8 : 0)	
trübe (8 : 3) trocken (9 : 2) kein Nebel (6 : 5) kein Gewitter (11 : 0)	trübe (7 : 4) trocken (10 : 1) Nebel (7 : 4) kein Gewitter (11 : 0)	trübe (6½ : 1½) trocken (5 : 3) Neb. od. kein N. (4 : 1) kein Gewitter (8 : 0)	

Distrikt	Wind			Temperatur		
	Vorderseite	Vorübergang	Rückseite	Vorders.	Vorüberg.	Rücks.

B. Ausgangsstelle nördlich, insbesondere

Maximum in Südfrankreich und Spanien. Lage der continentalen Axe. Isobaren über Centra-

Distrikt	Vorderseite	Vorübergang	Rückseite	Vorders.	Vorüberg.	Rücks.
Deutschland NW-	starke, südwestl. Winde, zuweilen stürmisch (4 : 23)	starke bis stürm. westliche u. nordwestl. Winde; häuf. stürmisch (11 : 13)	starke, westliche und nordwestliche Winde; zuweilen stürmisch (5 : 20)	warm (20 : 7) wärmer (20 : 10)	warm (18 : 4) wärmer (15½ : 7½)	warm (15½ : 5½ kälter (17 : 8
S-	starke, westl. u. südwestl. Winde; zuweilen stürmisch (4 : 23)	starke, westliche und südwestliche Winde; zuweilen stürmisch (5 : 19)	schwache oder mässige, südwestl. Winde; selten stürmisch (2 : 23)	warm (19 : 8) wärmer (21½ : 8½)	warm (17 : 5) wärmer (14½ : 8½)	warm (15½ : 5½ kälter (16½ :
E-	mässige u. frische, südl. u. westliche Winde; selten stürmisch (2 : 25)	frische und starke südwestliche Winde; zuweilen stürmisch (4 : 20)	starke, südwestl. bis nordwestliche Winde; zuweilen stürmisch (7 : 18)	warm (18½ : 8½) wärmer (19½ : 10½)	warm (19½ : 2½) wärmer (17½ : 5½)	warm (17½ : 3 kälter (15 : 1

C. Ausgangsstelle nördlich und östlich

a) **Maximum in Spanien und über Biscayischem Busen.** Lage der continentalen nach ESE.

Distrikt	Vorderseite	Vorübergang	Rückseite	Vorders.	Vorüberg.	Rücks.
Deutschland NW-	mässige, südwestl. Winde; selten stürmisch (1 : 11)	starke, westliche und nordwestliche Winde; zuweilen stürmisch (3 : 9)	schwache, nordwestl. bis nordöstl. Winde; nicht stürmisch (13 : 0)	warm (9½ : 2½) kälter (8 : 4)	warm (10½ : 1½) wärmer (8½ : 3½)	warm (8½ : 4½ kälter (10 : 3
S-	mässige, westliche und südwestliche Winde; selten stürmisch (2 : 10)	starke, westliche und südwestliche Winde; vielfach stürmisch (6 : 6)	starke, westliche Winde, zuweilen stürmisch (3 : 10)	warm (9½ : 2½) wärmer (7½ : 4½)	warm (10½ : 1½) meist wärmer (6½ : 5½)	warm (9 : 4 kälter (11 : 2
E-	mässige, nordwestl. Winde; selten stürmisch (1 : 11)	mässige, südliche und südwestliche Winde; nicht stürmisch (12 : 0)	frische, nordwestl. bis nordöstliche Winde; selten stürmisch (1 : 12)	warm (8½ : 3½) kälter (8½ : 3½)	warm (9½ : 2½) kälter (8½ : 3½)	kalt (7½ : 5½ kälter (10 : 3

b) **Maximum in Spanien.** Lage der continentalen Axe: durch Madrid, München.

Distrikt	Vorderseite	Vorübergang	Rückseite	Vorders.	Vorüberg.	Rücks.
Deutschland NW-	frische, westliche und südwestliche Winde; selten stürmisch (2 : 9)	starke, westliche und nordwestliche Winde; vielfach stürmisch (5 : 6)	mässige, nordwestliche Winde; selten stürmisch (1½ : 8½)	warm (7 : 3) wärmer (8½ : 2½)	warm (6 : 3) meist kälter (6 : 4)	kalt (6 : 2 kälter (9½ : 1
S-	mässige, westliche und südwestliche Winde; selten stürmisch (1 : 10)	starke, westliche Winde; vielfach stürmisch (5 : 6)	mässige, westliche und südwestliche Winde; selten stürmisch (1½ : 8½)	kalt (6 : 4) wärmer (8 : 3)	warm (7½ : 2½) wärmer (8½ : 2½)	warm od. kalt (4 : 4 meist kälter (5½ : 4
E-	schwache, südöstl. bis westliche Winde; selten stürmisch (½ : 10½)	mässige, südliche und südwestliche Winde; selten stürmisch (0 : 11)	frische, westliche und südwestliche Winde; selten stürmisch (1 : 9)	meist warm (5½ : 4½) wärmer oder kälter (5½ : 5½)	warm (8½ : 1½) wärmer (8½ : 2½)	kalt (5 : 3 kälter (7½ : 2

Wetter: Vorderseite	Wetter: Vorübergang	Wetter: Rückseite	Bemerkungen.

nordöstlich von Schottland. ***(Zugstrasse II.)***

durch Biarritz, München, Charkow, südwärts sich verschiebend. Verlauf der Europa nach E.

Vorderseite	Vorübergang	Rückseite	Bemerkungen.
trübe (23½ : 6½) Regen (28 : 2) kein Nebel (24 : 6) kein Gewitter (29 : 1)	trübe (13½ : 10½) Regen (21 : 3) kein Nebel (22 : 2) kein Gewitter (23 : 1)	heiter (15 : 10) Regen (19 : 6) kein Nebel (21 : 4) kein Gewitter (25 : 0)	Häufig schwere Stürme, die sich der Küste entlang ausbreiten.
trübe (22½ : 7½) Regen (22 : 8) kein Nebel (25 : 5) kein Gewitter (30 : 0)	trübe (16½ : 7½) Regen (19 : 5) kein Nebel (20 : 4) kein Gewitter (23 : 1)	trübe (17½ : 7½) Regen (17 : 8) kein Nebel (19 : 6) kein Gewitter (25 : 0)	
trübe (20½ : 9½) Regen (25 : 5) kein Nebel (26 : 4) Gewitter (30 : 0)	trübe (18 : 6) Regen (20 : 4) kein Nebel (23 : 1) Gewitter (24 : 0)	trübe (16 : 9) Regen (20 : 5) kein Nebel (21 : 4) Gewitter (25 : 0)	

von Schottland. ***(Zugstrasse III.)***

Axe: durch Oporto, Clermont, Lesina. Verlauf der Isobaren über Central-Europa **(Gruppe IIIa.)**

Vorderseite	Vorübergang	Rückseite	Bemerkungen.
trübe (7 : 5) Regen (12 : 0) kein Nebel (11 : 1) kein Gewitter (10 : 2)	heiter (6½ : 5½) Regen (11 : 1) kein Nebel (12 : 0) kein Gewitter (10 : 2)	meist trübe (7 : 6) Regen (9 : 4) kein Nebel (13 : 0) kein Gewitter (13 : 0)	Charakteristisch durch unbeständiges Wetter, häufige Regen- und Schneeschauer für Deutschland, niedere Temperaturen für Nord- und Ost-Europa, dagegen ziemlich hohe Wärme für Frankreich und Deutschland, Isothermen nach SE verlaufend. In Nordwestdeutschland nicht selten stürmische Böen aus NW. Kommt fast nur in der kälteren Jahreszeit vor.
trübe (9 : 3) Regen (12 : 0) kein Nebel (12 : 0) kein Gewitter (11 : 1)	trübe (9½ : 2½) Regen (11 : 1) kein Nebel (12 : 0) kein Gewitter (12 : 0)	trübe (10½ : 2½) Regen (11 : 2) kein Nebel (13 : 0) kein Gewitter (13 : 0)	
trübe (9½ : 2½) Regen (11 : 1) kein Nebel (10 : 2) kein Gewitter (12 : 0)	trübe (10 : 2) Regen (12 : 0) kein Nebel (11 : 1) kein Gewitter (12 : 0)	trübe (9 : 4) Regen (12 : 1) kein Nebel (11 : 2) kein Gewitter (12 : 1)	

Moskau. Verlauf der Isobaren über Central-Europa nach E. **(Gruppe IIIb.)**

Vorderseite	Vorübergang	Rückseite	Bemerkungen.
meist trübe (6 : 5) Regen (11 : 0) kein Nebel (10 : 1) kein Gewitter (7 : 4)	trübe (8½ : 2½) Regen (10 : 1) kein Nebel (11 : 0) kein Gewitter (8 : 3)	trübe (6 : 4) Regen (9 : 1) kein Nebel (9 : 1) kein Gewitter (8 : 2)	Im Gegensatze zu IIIa herrscht über NE- und E-Europa verhältnissmässig mildes Wetter, dagegen liegt in SW- und W-Europa die Temperatur unter der normalen; die Isothermen verlaufen westostwärts. Wetter wie bei IIIa. Kommt ebenfalls fast nur in der kälteren Jahreszeit vor.
heiter (7 : 4) Regen (9 : 2) kein Nebel (11 : 0) kein Gewitter (11 : 0)	trübe (9½ : 1½) Regen (11 : 0) kein Nebel (10 : 1) kein Gewitter (11 : 0)	trübe (6 : 4) Regen (10 : 0) kein Nebel (10 : 0) kein Gewitter (9 : 1)	
meist trübe (6 : 5) Regen (10 : 1) kein Nebel (11 : 0) kein Gewitter (11 : 0)	trübe (8 : 3) Regen (10 : 1) kein Nebel (11 : 0) kein Gewitter (11 : 0)	trübe (6 : 4) Regen (10 : 0) kein Nebel (10 : 0) kein Gewitter (10 : 0)	

Distrikt	Wind			Temperatur		
	Vorderseite	Vorübergang	Rückseite	Vorders.	Vorüberg.	Rücks.

D. Ausgangsstelle: Kanal [illegible]

Maximum im äussersten Südosten Europas. Lage der continentalen Axe: ir

Distrikt	Vorderseite	Vorübergang	Rückseite	Vorders.	Vorüberg.	Rücks.
Deutschland NW-	mässige, südöstl. bis südwestliche Winde; nicht stürmisch (16 : 0)	starke, südwestl. bis nordwestliche Winde; zuweilen stürmisch (4 : 10)	mässige, westliche und nordwestl. Winde; nicht stürmisch (15 : 0)	warm (9 : 6) wärmer (8½ : 7½)	warm (11 : 3) wärmer (10 : 4)	warm (8½ : 5… kälter (10½ : 5…
S-	schwache, südwestl. Winde; nicht stürmisch (16 : 0)	frische, südwestliche Winde; nicht stürmisch (13 : 1)	schwache Luftbewegung; nicht stürmisch (14 : 1)	warm (11 : 4) meist wärmer (9 : 7)	warm (13½ : ½) wärmer (9½ : 4½)	warm (9½ : 4… kälter (12 : 4…
E-	mässige, südöstl. bis südwestliche Winde; nicht stürmisch (16 : 0)	mässige, südöstl. bis südwestliche Winde; nicht stürmisch (14 : 0)	starke, nach Nordwest drehende Winde; zuweilen stürmisch (3 : 12)	meist warm (8 : 7) meist kälter (8½ : 7½)	warm (11 : 3) wärmer (10½ : 3½)	warm (11½ : 2… meist wärmer (9 : 7…

E. Ausgangsstelle: Nordwest-

Maximum über dem Ocean, südwestlich von den britischen

Distrikt	Vorderseite	Vorübergang	Rückseite	Vorders.	Vorüberg.	Rücks.
Deutschland NW-	schwache, südöstl. und östl. Winde; nicht stürmisch (19 : 0)	meist schwache, östliche Winde; nicht stürmisch (18 : 1)		kalt (12 : 7) kälter (14 : 5)	kalt (14 : 5) wärmer (11 : 8)	
S-	schwache Luftbewegung; nicht stürmisch (19 : 0)	mässige, meist östl. und nordöstl. Winde; nicht stürmisch (19 : 0)		meist warm (10 : 9) kälter (11½ : 7½)	kalt (12 : 7) kälter (14 : 5)	
E-	meist schwache Winde; nicht stürmisch (19 : 0)	schwache meist östliche Winde; nicht stürmisch (19 : 0)		meist warm (10 : 9) kälter (13½ : 5½)	meist kalt (11½ : 7½) kälter (13½ : 5½)	

F. Ausgangsstelle: Oesterreich-

Maximum in Ost-Russland. Verlauf der

Distrikt	Vorderseite	Vorübergang	Rückseite	Vorders.	Vorüberg.	Rücks.
Deutschland NW-	schwache, variable Luftbewegung; nicht stürmisch (15 : 0)	schwache, variable Luftbewegung; nicht stürmisch (15 : 0)		kalt (10 : 3) kälter (9 : 6)	kalt (11 : 2) kälter (11½ : 3½)	
S-	schwache, variable Luftbewegung; nicht stürmisch (15 : 0)	schwache, meist nördliche Winde; nicht stürmisch (15 : 0)		kalt (9½ : 3½) kälter (11½ : 3½)	kalt (11 : 2) kälter (12 : 3)	
E-	schwache, meist östliche Winde; nicht stürmisch (15 : 0)	mässige, meist nordöstliche Winde; nicht stürmisch (15 : 0)		warm od. kalt (6½ : 6½) kälter (11 : 4)	meist kalt (7½ : 5½) kälter (9 : 6)	

England. ***(Zugstrasse IV.)***

äussersten Südosten Europas. Verlauf der Isobaren über Central-Europa nach NE.

Wetter: Vorderseite	Wetter: Vorübergang	Wetter: Rückseite	Bemerkungen.
trübe (11½ : 4½) Regen (16 : 0) kein Nebel (12 : 4) kein Gewitter (13 : 3)	trübe (8½ : 5½) Regen (12 : 2) kein Nebel (13 : 1) kein Gewitter (13 : 1)	meist heiter (8½ : 7½) Regen (11 : 5) kein Nebel (13 : 3) kein Gewitter (14 : 2)	Charakteristisch ist das gleichzeitige Vorhandensein eines zweiten Minimums über Finnland beim Erscheinen der Depression. Einige für unsere Küste sehr schwere Stürme gehören diesem Typus an.
heiter (8½ : 7½) Regen (15 : 1) kein Nebel (12 : 4) kein Gewitter (15 : 1)	meist trübe (8 : 6) Regen (12 : 2) kein Nebel (14 : 0) kein Gewitter (14 : 0)	meist trübe (8½ : 7½) Regen (14 : 2) kein Nebel (15 : 1) kein Gewitter (14 : 2)	
meist trübe (8½ : 7½) Regen (13 : 3) kein Nebel (13 : 3) kein Gewitter (16 : 0)	trübe (12 : 2) Regen (14 : 0) kein Nebel (13 : 1) kein Gewitter (14 : 0)	trübe (12 : 4) Regen (15 : 1) kein Nebel (15 : 1) kein Gewitter (16 : 0)	

Frankreich. ***(Zugstrasse Va.)***

Inseln. Verlauf der Isobaren über Central-Europa nach N.

Vorderseite	Vorübergang	Rückseite	Bemerkungen
meist heiter (10 : 9) Regen (12 : 7) kein Nebel (15 : 4) kein Gewitter (19 : 0)	meist heiter (12 : 7) meist Regen (10 : 9) kein Nebel (15 : 4) kein Gewitter (19 : 0)		Zweites Maximum gewöhnlich über Finnland. Abweichend von den übrigen Zugstrassen folgt der Depression meist keine zweite (in 100 Fällen 14 Mal nicht), so dass die durch Va hervorgerufene Abkühlung sich meistens fortsetzt. Kommt in den eigentlichen Sommermonaten nicht vor.
trübe (12½ : 6½) Regen (11 : 8) kein Nebel (15 : 4) kein Gewitter (19 : 0)	meist trübe (10 : 9) Regen (14 : 5) kein Nebel (15 : 4) kein Gewitter (19 : 0)		
trübe (12 : 7) meist trocken (10 : 9) kein Nebel (17 : 2) kein Gewitter (19 : 0)	trübe (14½ : 4½) meist trocken (10 : 9) kein Nebel (16 : 3) kein Gewitter (19 : 0)		

Ungarn. ***(Zugstrasse Vb).***

Isobaren über Central-Europa nach S.

Vorderseite	Vorübergang	Rückseite	Bemerkungen
heiter (9½ : 5½) Regen (11 : 4) kein Nebel (14 : 1) kein Gewitter (15 : 0)	heiter (11½ : 3½) Regen (10 : 5) kein Nebel (15 : 0) kein Gewitter (15 : 0)		Zweites Maximum gewöhnlich westlich von den britischen Inseln. Charakteristisch ist die ausserordentlich hohe Wärme über SE-Europa, und die beträchtliche Kälte über W- und NW-Europa, woran sich Deutschland betheiligt.
trübe (12½ : 2½) Regen (14 : 1) kein Nebel (12 : 3) kein Gewitter (15 : 0)	meist trübe (8 : 7) Regen (14 : 1) kein Nebel (14 : 1) kein Gewitter (15 : 0)		
trübe (11 : 4) Regen (13 : 2) kein Nebel (8 : 7) kein Gewitter (15 : 0)	trübe (13½ : 1½) Regen (14 : 1) kein Nebel (14 : 1) kein Gewitter (15 : 0)		

Schema der wahrscheinlich zu erwartenden Witterung für Deutschland

II. Wärmere Jahreszeit

A. Ausgangsstelle westlich und nordwestlich

a) **Maximum über Süd- und Südwest-Europa.** Mittlere Lage der continentalen Axe

Distrikt	Wind			Temperatur		
	Vorderseite	Vorübergang	Rückseite	Vorders.	Vorüberg.	Rücks.
Deutschland NW-	mässige südwestliche Winde	mässige südwestliche Winde	schwache westl. bis südwestl. Winde	warm (11 : 6) wärmer (10½ : 6½)	warm (8½ : 7½) kühler (9 : 7)	kühl (10½ : 4 kühler (9 : 6
S-	schwache westliche Winde	schwache Luftbewegung	schwache Luftbewegung	warm (9½ : 7½) wärmer (10 : 7)	warm (9 : 7) kühler (8½ : 7½)	kühl (8 : 7 kühler (8 : 7
E-	schwache Luftbewegung	mässige südwestliche Winde	schwache südwestl. bis nordwestliche Winde	warm (12 : 5) wärmer (10 : 7)	warm (11 : 5) wärmer (8½ : 7½)	warm (9½ : 5½ wärmer (8 : 7

b) **Maximum über Central-Europa.** Häufigster Fall, mittlere Lage der continentalgebiete nach

Distrikt	Vorderseite	Vorübergang	Rückseite	Vorders.	Vorüberg.	Rücks.
Deutschland NW-	schwache südliche und südwestliche Winde	schwache südwestliche und südöstliche Winde	schwache westliche Winde	warm (12 : 10) unveränd. (11 : 11)	warm (12½ : 6½) wärmer (15 : 4)	warm (8 : 7 wärmer (9 : 6
S-	schwache östliche Winde	schwache Luftbewegung	schwache nordöstliche Winde	warm (11½ : 10½) unveränd. (11 : 11)	warm (12½ : 6½) wärmer (13½ : 5½)	kühl (8 : 7 wärmer (9 : 6
E-	schwache westl. und nordwestliche Winde	schwache westliche Winde	schwache bis frische westliche Winde	warm (13 : 9) kühler (11½ : 10½)	warm (12½ : 6½) wärmer (12½ : 6½)	warm (11 : 4 wärmer (9 : 6

B. Ausgangsstelle nördlich und nordöstlich

Maximum über dem Biscayischen Busen und Frankreich. Mittlere Lage der
Verlauf der

Distrikt	Vorderseite	Vorübergang	Rückseite	Vorders.	Vorüberg.	Rücks.
Deutschland NW-	mässige südwestliche Winde	frische westliche Winde	mässige westliche Winde	kühl (11½ : 2½) kühler (8½ : 5½)	kühl (8 : 6) unveränd. (7 : 7)	kühl (8 : 4 wärmer (7½ : 4½
S-	schwache südwestliche Winde	mässige westliche und südwestliche Winde	schwache Luftbewegung	kühl (9½ : 4½) kühler (8½ : 5½)	kühl (10 : 4) kühler (8 : 6)	kühl (8 : 4) wärmer (7½ : 4½
E-	schwache südliche bis westl. Winde	schwache südwestl. und westliche Winde	mässige westliche und nordwestliche Winde	kühl (8 : 6) kühler (9½ : 4½)	kühl (9 : 5) kühler (7½ : 6½)	kühl (9½ : 2 kühler (8 : 4

und angrenzende Länder auf Grundlage von Wetterkarten (1876—84). (April bis September).

von Schottland. *(Zugstrasse I.)*
durch Madrid, München und Moskau. Verlauf der Isobaren über Central-Europa nach NE.

Wetter: Vorderseite	Wetter: Vorübergang	Wetter: Rückseite	Bemerkungen.
heiter (11 : 6) Regen (12 : 5) kein Gewitter (11 : 6)	heiter (9 : 7) Regen (12 : 4) kein Gewitter (12 : 4)	heiter (13½ : 1½) trocken (10 : 5) kein Gewitter (13 : 2)	Verlauf der Isothermen über Central-Europa nach NE. Regenfälle, insbesondere auf der Vorderseite.
heiter (11 : 6) Regen (11 : 6) kein Gewitter (12 : 5)	heiter (12½ : 3½) trocken (9 : 7) kein Gewitter (12 : 4)	heiter (10 : 5) trocken (8 : 7) kein Gewitter (10 : 5)	
heiter (10 : 7) Regen (10 : 7) kein Gewitter (13 : 4)	heiter (10½ : 5½) trocken (9 : 7) kein Gewitter (15 : 1)	heiter (11 : 4) trocken (9 : 6) kein Gewitter (13 : 2)	

talen Axe: über Deutschland. Verlauf der Isobaren über dem Nord- und Ostsee-
NE und E.

Wetter: Vorderseite	Wetter: Vorübergang	Wetter: Rückseite	Bemerkungen.
heiter (16½ : 5½) trocken (16 : 6) kein Gewitter (17 : 5)	heiter (16 : 3) trocken (13 : 6) kein Gewitter (15 : 4)	heiter (9½ : 5½) trocken (9 : 6) kein Gewitter (10 : 5)	Charakteristische Situation für heisse Sommer. Regenfälle seltener als im vorigen Falle.
heiter (15½ : 6½) trocken (16 : 6) kein Gewitter (19 : 3)	heiter (15 : 4) trocken (13 : 6) kein Gewitter (15 : 4)	heiter (14 : 1) trocken (10 : 5) kein Gewitter (13 : 2)	
heiter (20 : 2) trocken (17 : 5) kein Gewitter (17 : 5)	heiter (18½ : ½) trocken (14 : 5) kein Gewitter (13 : 6)	heiter (13 : 2) trocken (11 : 4) kein Gewitter (11 : 4)	

von Schottland. *(Zugstrasse II.)*
continentalen Axe: von Nordwest-Spanien durch Ile d'Aix, Karlsruhe und Breslau.
Isobaren nach E.

Wetter: Vorderseite	Wetter: Vorübergang	Wetter: Rückseite	Bemerkungen.
heiter (7½ : 6½) Regen (11 : 3) kein Gewitter (9 : 5)	heiter (8 : 6) Regen (9 : 5) kein Gewitter (12 : 2)	heiter (8½ : 3½) Regen (8 : 4) kein Gewitter (10 : 2)	Verlauf der Isothermen über Central-Europa nach ENE. Häufig entwickeln sich auf der Südseite secundäre Depressionen, die gewöhnlich Gewitter mit Niederschlägen veranlassen.
trübe (8½ : 5½) Regen od. trock. (7 : 7) kein Gewitter (11 : 3)	heiter (11 : 3) Regen (10 : 4) kein Gewitter (12 : 2)	heiter (6½ : 5½) trocken (7 : 5) kein Gewitter (8 : 4)	
heiter od. trübe (7 : 7) Regen od. trock. (7 : 7) kein Gewitter (9 : 5)	heiter (11 : 3) Regen (9 : 5) kein Gewitter (10 : 4)	heiter (7 : 5) Reg. od. trock. (6 : 6) kein Gewitter (9 : 3)	

C. Ausgangsstelle Irland, England

Maximum im äussersten Südosten Europas. Mittlere Lage der continentalen Are[illegible]

Distrikt	Wind: Vorderseite	Wind: Vorübergang	Wind: Rückseite	Temperatur: Vorders.	Temperatur: Vorüberg.	Temperatur: Rücks.
Deutschland NW-	mässige südöstliche bis südwestliche Winde	starke südwestl. bis nordwestl. Winde	mässige westliche bis nordwestl. Winde.	warm (16 : 11) wärmer (20 : 7)	kühl (22 : 5) kühler (21 : 6)	kühl (16½ : 3[illegible] kühler (13 : [illegible]
S-	mässige südwestliche Winde	frische westliche Winde	schwache westliche Winde	warm (16½ : 10½) wärmer (16½ : 10½)	kühl (15½ : 11½) kühler (19½ : 7½)	kühl (15 : 5[illegible] kühler (15½ : 4[illegible]
E-	schwache südöstliche und südliche Winde	frische südl. und südwestl. Winde	mässige westliche und nordwestl. Winde	warm (14 : 13) wärmer (16 : 11)	warm (17½ : 9½) wärmer (17 : 10)	kühl (12 : [illegible] kühler (17½ : 2[illegible]

D. Ausgangsstelle Nordwest-

Maximum im äussersten Südwesten Europas.

Distrikt	Wind: Vorderseite	Wind: Vorübergang	Wind: Rückseite	Temperatur: Vorders.	Temperatur: Vorüberg.	Temperatur: Rücks.
Deutschland NW-	schwache östl. und südöstl. Winde	schwache östliche Winde		kühl (6 : 3) wärmer (7 : 2)	kühl (7 : 2) kühler (5 : 4)	
S-	schwache Luftbewegung	schwache nordöstliche Winde		kühl (5 : 4) wärmer (7 : 2)	kühl (6½ : 2½) kühler (5½ : 3½)	
E-	schwache östliche Winde	schwache östliche Winde		kühl (8 : 1) wärmer (6½ : 2½)	kühl (7 : 2) unveränd. (4½ : 4½)	

E. Ausgangsstelle in Oesterreich-

Maximum in Russland. Verlauf der

Distrikt	Wind: Vorderseite	Wind: Vorübergang	Wind: Rückseite	Temperatur: Vorders.	Temperatur: Vorüberg.	Temperatur: Rücks.
Deutschland NW-	schwache Luftbewegung	schwache Luftbewegung		kühl (13½ : ½) kühler (9 : 5)	kühl (15 : 0) kühler (8½ : 6½)	
S-	schwache Luftbewegung	mässige westliche Winde		kühl (13 : 1) kühler (10 : 4)	kühl (14 : 1) kühler (9½ : 5½)	
E-	schwache nordöstliche Winde	mässige nördliche und nordöstliche Winde		kühl (10 : 4) unveränd. (7 : 7)	kühl (14 : 1) kühler (12 : 3)	

Wetter			Bemerkungen.
Vorderseite	**Vorübergang**	**Rückseite**	

und Canal. *(Zugstrasse IV.)*

im äussersten Südosten Europas. Verlauf der Isobaren über Central-Europa nach ENE.

Vorderseite	Vorübergang	Rückseite	Bemerkungen
trübe (17 : 10) Regen (27 : 0) Gewitter (15 : 12)	trübe (15½ : 11½) Regen (24 : 3) kein Gewitter (19 : 8)	heit. od. trübe (10 : 10) Regen (16 : 4) kein Gewitter (18 : 2)	Verlauf der Isothermen über Central-Europa nach ENE. Charakteristisch ist das kühle Wetter bei grosser Regenwahrscheinlichkeit u. grosser Gewitterfrequenz.
heiter (11½ : 12½) Regen (25 : 2) Gewitter (18 : 9)	heiter (11½ : 12½) Regen (22 : 5) kein Gewitter (16 : 11)	heiter (10½ : 9½) Regen (17 : 3) kein Gewitter (14 : 6)	
heiter (19 : 8) Regen (23 : 4) Gewitter (18 : 9)	heiter (15½ : 11½) Regen (25 : 2) kein Gewitter (14 : 13)	trübe (10½ : 9½) Regen (11 : 9) kein Gewitter (16 : 4)	

Frankreich. *(Zugstrasse Va.)*

Verlauf der Isobaren über Central-Europa nach NW.

Vorderseite	Vorübergang	Rückseite	Bemerkungen
heiter (6½ : 2½) Regen (6 : 3) kein Gewitter (9 : 0)	heiter (6 : 3) trocken (6 : 3) kein Gewitter (9 : 0)		Verlauf der Isothermen über Central-Europa nach ESE. Kommt in den eigentlichen Sommermonaten nicht vor, sondern (ausser in den Wintermonaten) im Frühjahr und Herbst. Steht mit den Kälterückfällen im Frühjahr und Herbst in Zusammenhang.
heiter (5 : 4) Regen (6 : 3) kein Gewitter (9 : 0)	trübe (5 : 4) Regen (6 : 3) kein Gewitter (7 : 2)		
heiter (6 : 3) Regen (5 : 4) kein Gewitter (9 : 0)	heit. od. trübe (4½ : 4½) trocken (5 : 4) kein Gewitter (8 : 1)		

Ungarn. *(Zugstrasse Vb.)*

Isobaren über Central-Europa nach SSW.

Vorderseite	Vorübergang	Rückseite	Bemerkungen
heiter (9 : 5) Regen (10 : 4) kein Gewitter (11 : 3)	heiter (11½ : 3½) trocken (8 : 7) kein Gewitter (15 : 0)		Verlauf der Isothermen im Westen nach SE, im Osten nach NE. Charakteristisch ist die erhebliche Abkühlung über W- und NW-Europa und die geringe Gewitterfrequenz.
trübe (10 : 4) Regen (12 : 2) kein Gewitter (9 : 5)	trübe (8½ : 6½) Regen (12 : 3) kein Gewitter (13 : 2)		
trübe (7½ : 6½) Regen (9 : 5) kein Gewitter (11 : 3)	trübe (10 : 5) Regen (11 : 4) kein Gewitter (13 : 2)		

October bis März.

Mittlere Vertheilung des Luftdruckes und der Temperatur bei dem Erscheinen der Depressionen auf den einzelnen Zugstrassen, und Zugstrassen der Depressionen für den Zeitraum 1876 bis 1880.

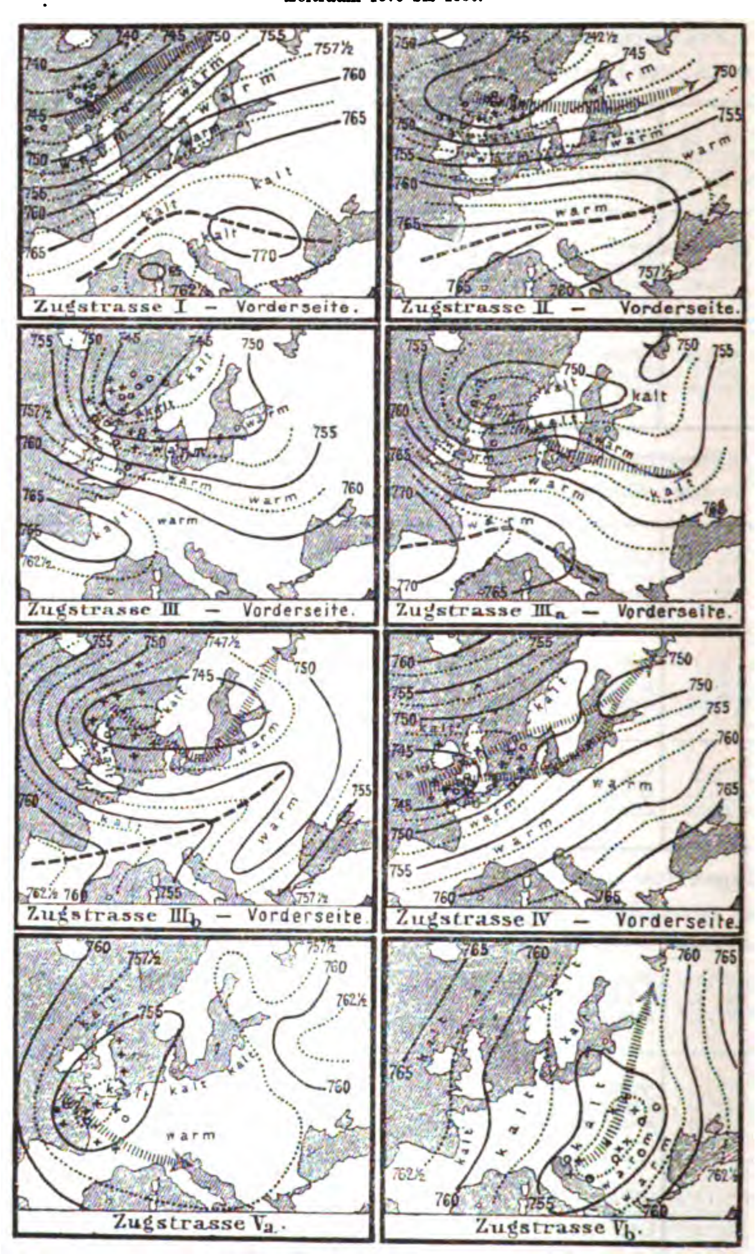


Fig. 56.

April bis September.

Mittlere Vertheilung des Luftdruckes und der Temperatur-Abweichung bei dem Erscheinen der Depressionen auf den einzelnen Zugstrassen, und Zugstrassen der Depressionen für den Zeitraum 1876 bis 1880.

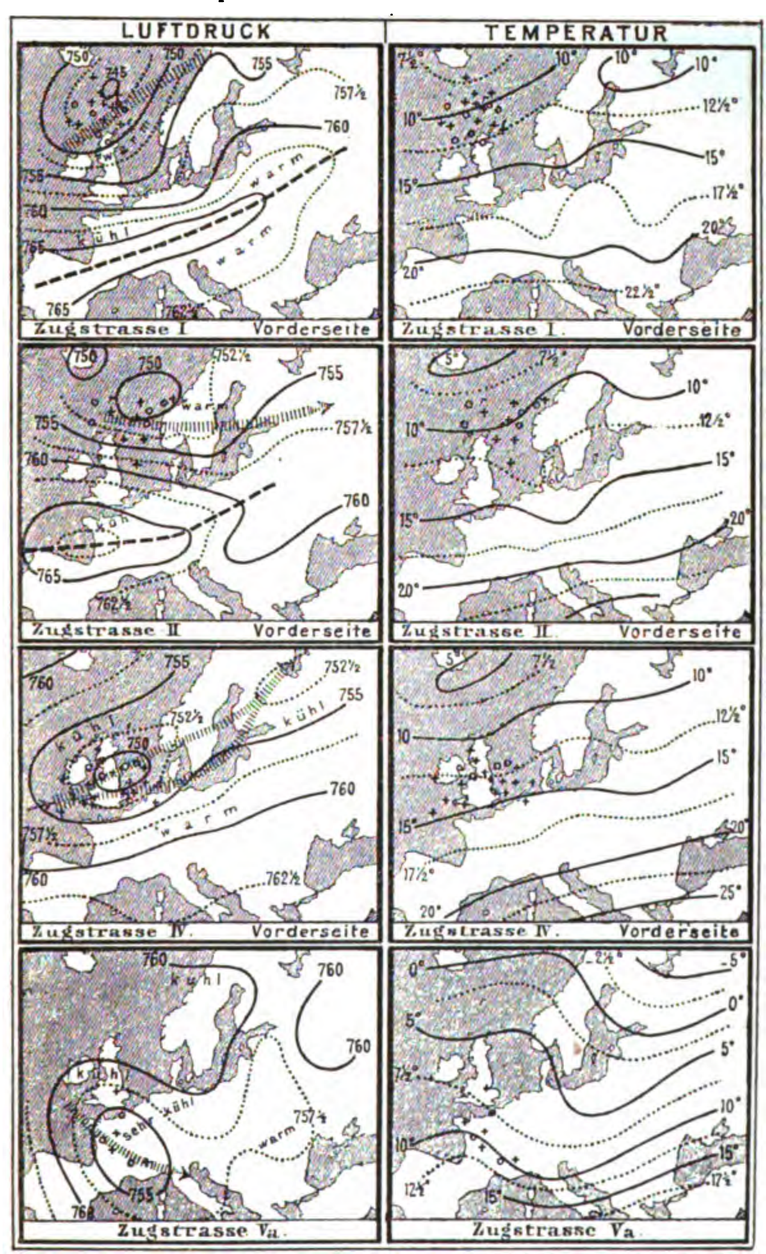
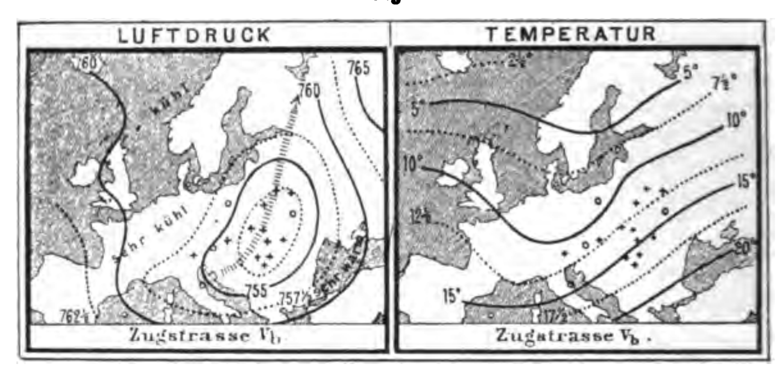


Fig. 57. (Hierzu siehe auch Figuren auf nächster Seite.)

Zu Fig. 57.



IV. Bestrebungen in Frankreich, Grossbritannien und Italien zur Förderung der Wetterprognose.

Anlehnend an die Lagen und Verschiebungen der barometrischen Maxima und Minima über Europa stellte Poincaré, ingenieur en chef des ponts et chaussées, auf Grundlage seiner im Prognosendienste des Pariser Observatoriums (seit 1864) gesammelten Erfahrungen und sechsjähriger aus den täglichen Wetterkarten abgeleiteter Mittelwerthe (1865—70) ein System von Wetterprognosen auf, welches hauptsächlich für das nordöstliche Frankreich (speciell Bar-le-Duc) Gültigkeit haben soll [178]). Das System ist sehr complicirt und, wie es Poincaré vorträgt, jedenfalls nicht sehr übersichtlich, indessen erscheint es lohnend, die Hauptergebnisse, zu welchen der Verfasser gelangte, so gedrängt wie möglich, hier wiederzugeben, indem diese immerhin einen nicht zu unterschätzenden Beitrag für die ausübende Witterungskunde bieten dürften. Ich glaube dieses um so mehr thun zu sollen, als das in meinen typischen Witterungserscheinungen für die ausübende Witterungskunde niedergelegte Material sich hauptsächlich auf die Einflüsse der Depressionen auf unsere Witterungserscheinungen bezieht und dieses durch die Arbeiten von Poincaré durch Berücksichtigung der barometrischen Maxima jedenfalls einige schätzenswerthe Ergänzungen erhält, die wenigstens auf das ganze westliche Deutschland angewendet werden dürften.

Je nach der Lage der Maxima und Minima über Europa und der hiervon abhängigen Windsysteme unterscheidet Poincaré 6 Hauptwettertypen (régimes): Calme, SE—SW, SW—NW, NW—NE, NE—SE

und Variabel nicht Calme. Die 4 mittleren wollen wir der Kürze wegen bezeichnen mit S, W, N und E. Diese Regime vertheilen sich auf die Jahreszeiten und das Jahr nach Tagen folgendermassen:

	Calme	S	W	N	E	Variabel nicht Calme	Uebergang	Total
Winter	11	21	33	6	17	2	0	90
Frühling	10	21	27	19	12	2	1	92
Sommer	35	8	28	13	2	3	3	92
Herbst	28	20	27	8	7	0	1	91
Jahr	84	70	115	46	38	7	5	365

Nach den beiden Hauptgruppen, Südwest- und Nordostregime, geordnet erhalten wir:

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
SW Tage:	57	52	42	50	201
NE „	31	40	50	41	164

Die charakteristischen Eigenthümlichkeiten dieser verschiedenen Regime gestalten sich für die einzelnen Jahreszeiten folgendermassen (unter Maximalzone sei das Gebiet verstanden, auf welchem der Luftdruck höher als 762 oder 763^{mm} ist und die Isobaren anticyclonal gekrümmt sind):

1) Regime der Calmen. Zur Beständigkeit einer Calme ist erforderlich, dass der Kern des hohen Luftdrucks in einer Gegend liegt, deren Temperatur andauernd relativ niedrig ist. Die Calme wird also beständiger, wenn die Bedingungen für Abkühlung sich einstellen, im Winter mit barometrischen Maxima über Ostdeutschland, Dänemark, der Nordsee oder selbst bis Nordostfrankreich, im Frühjahr mit Maxima zwischen Finnland und der Nordsee, im Sommer mit Maxima über der Nordsee, oder mit einem doppelten Maximum gegen Corunha und Strassburg und im Herbste mit Maxima über Grossbritannien oder Deutschland oder mit einem doppelten Maximum gegen Corunha und Moskau.

In allen übrigen Fällen ist dieses Regime unbeständig und dient als Uebergang zu einem anderen Regime. In keiner Jahreszeit giebt es eine eigentliche Calme, wenn das Maximum südlich von den Pyrenäen oder den Alpen liegt.

Die beständigen Calmen geben im Allgemeinen: im Winter klaren Himmel, wenn die Maxima zwischen der Westküste Englands und Polen liegen, bedeckten Himmel in den anderen Fällen, im Sommer heiteres Wetter, wenn die Maxima zwischen Island und der Nordsee oscilliren. Uebrigens begünstigt heiterer Himmel im Winter die Dauer der Calme, umgekehrt im Sommer.

2) Südliches Regime (SE—SW). Dieses Regime ist charakterisirt durch die Anwesenheit eines barometrischen Maximums über

Italien oder gegen Gibraltar und Südostrussland, oder über Portugal und Finnland, oder endlich über Portugal, den Alpen und Finnland.

Im Winter liegt in der Regel das Maximum über Italien oder nach Gibraltar und Südostrussland, im Frühling am öftesten über Italien, zuweilen auch gegen Gibraltar und Südostrussland oder über Portugal und Finnland, im Juli und August über Portugal, den Alpen und Finnland, im September und November über Italien, indessen hat im September das atlantische Maximum eine grössere Neigung, sich nach den Westküsten Europas auszubreiten.

Im Allgemeinen ist dieses Regime im Sommer am wenigsten ausgeprägt und in gewissen Jahrgängen gar nicht vertreten. Auf die übrigen 3 Jahreszeiten ist dasselbe ziemlich gleichmässig vertheilt und zwar kommen auf dasselbe durchschnittlich 20—21 Tage, obgleich hier grosse Schwankungen vorkommen, insbesondere im Winter (speciell im December). In den Monaten März, Juni und October tritt dieses Regime, den anderen Monaten gegenüber, zurück.

Wird durch eine Maximalzone im Südosten (Italien) und eine andere im Südwesten (atlantischer Ocean) eine Rinne niedrigen Luftdruckes gebildet, in welcher sich secundäre Depressionen bewegen, so wird diese Situation durch Gewitter und Böen in der Zeit von März bis September charakterisirt. Im Frühjahr und September steht der Vorübergang dieser secundären Depressionen mit grösseren Cyclonen in Beziehung, die bei Island vorübergehen, während sie im Sommer sich an ausgedehnte Depressionen bei Island anlehnen.

Bei diesem Regime pflegen vom 1. März bis zum 10. April und in den letzten Septembertagen Böen und in der dazwischen liegenden Zeit Gewitter stattzufinden, und zwar 2 Tage vorher in Spanien, 1 Tag vorher im Busen von Biscaya, so dass diese Vorgänge durch die secundären Depressionen auf unseren Wetterkarten rechtzeitig signalisirt werden. Fast regelmässig ereignen sich die Gewitter im Frühjahr am Nachmittage und Abend, im Sommer fast nur am Abend.

Bei dieser Wetterlage ist die Periodicität in dem Verlaufe der Phänomene bemerkenswerth: am Morgen Regen oder Reste von Gewittern, um Mittag schön, am Abend Gewitter. Ist indessen die Furche niedrigen Luftdrucks sehr schmal, so verspätet sich die Ankunft des Gewitters zuweilen bis zur Mitte des folgenden Tages.

Ebenso bemerkenswerth bei diesem Regime ist das Verhalten im November, wo das Wetter durchschnittlich bedeckt und neblig ist, mit wenig ergiebigen gelegentlichen Niederschlägen bis zum Nachmittage, worauf Aufklaren und ziemlich schöne Witterung eintritt.

Ausser diesen beiden verschiedenen Wetterlagen sind im Winter und Frühling, sowie im September, wenn die Situation einer Depression zur Gewitterbildung nicht entspricht, die täglichen Aenderungen in der Witterung durch die Bewegungen der Hauptdepressionen und der secundären Minima bedingt.

Das Wetter ist wenig wolkig, wenn diese Bewegungen Cumuli aus Südost bis Süd mit sich führen, sehr wolkig bei aus Süd bis Südwest ziehenden Cumuli, ganz trübe, wenn diese von Südwest bis West kommen.

Niederschläge in Schauern finden statt, wenn eine Depression von Westnordwest oder Nordwest nach Nord von uns vorübergeht, und die Bahn nach Nordost sich wendet, Nebel treten auf, wenn nach dem Regen theilweises Aufklaren sich zeigt.

Beim Uebergange in ein anderes Regime ändern sich die Nebel- und Regenverhältnisse.

3) Westliches Regime (SW—NW). Durch alle Jahreszeiten ist das westliche Regime charakterisirt durch das Vorrücken einer Maximalzone vom atlantischen Meere nach Südwesteuropa, indem die Maxima zwischen Gibraltar und Brest oscilliren. Im Frühjahr und Sommer zeigen die Maxima eine Tendenz nordwärts sich zu verschieben, so dass die Strömung eine vorwiegend nordwestliche wird. Dieses Regime findet hauptsächlich statt vom 10. Januar bis zu Anfang des März, und kann dann in einzelnen Fällen 50 und noch mehr Tage umfassen, einbegriffen zusammen 8 Tage vorübergehender Calmen, im April, wo sein Auftreten noch constanter ist als im Februar, und das Mittel ziemlich gleich bleibt, von den ersten Tagen des Juni bis zu den letzten des August, wo die Häufigkeit merklich geringer ist, als im Januar, Februar und April, im October und November, wo dasselbe ungefähr die Bedeutung hat, wie im Juli und August.

Mehr oder weniger unterbrochen ist dieses Regime: von den ersten Tagen des December bis zum 10. Januar, wo das südliche Regime vorherrscht; im März, wo das Regime des Februar noch fortdauert oder das westliche mit dem südlichen abwechselt; von Mai bis Mitte Juni, wo es den Uebergang darstellt zwischen dem südlichen und nördlichen, im September, wo es sich zwischen zwei Perioden des südlichen Regimes einzuschalten pflegt.

Die Dauer dieses Regimes beträgt in der Regel 5—6 Tage, entsprechend dem Vorübergange von 3 Depressionen, zuweilen werden die Perioden durch kurze Calmen unterbrochen.

Je nach der Druckvertheilung sind für den Winter folgende Phasen charakteristisch: regnerisch, böig, Neigung zur Gewitterbildung und zu Schneefällen; der April vereinigt alle diese vier Erscheinungen, der Sommer ist hauptsächlich gewitterhaft, während im October und im November Regenfälle häufig sind.

In allen Jahreszeiten ist der Himmel bedeckt, ausser beim Herannahen einer Depression vom Ocean nach Irland, wo Aufklaren erfolgt, und ausser der grossen Veränderlichkeit bei Annäherung der Gewitter. Zieht die Depression nördlich an uns vorüber, so dauert im Winter der Regen fort, im Sommer finden gelegentliche Regenschauer statt. Bilden sich auf der Rückseite des Hauptminimums Theildepressionen, so erfolgen Regen- und Hagelböen, im Winter mit Schnee gemischt. Gewittererscheinungen treten mit Theildepressionen auf, die im Winter in Italien, im Frühjahr im Mittelmeere oder im östlichen Spanien, im Sommer für starke Gewitter in Spanien, für schwächere in Italien ihren Ursprung haben.

Im Sommer finden die Gewitter gewöhnlich bis zu einem Barometerstande von 762^{mm} statt.

Die Niederschläge können im Winter anhalten bis zu einem Luftdrucke von 755^{mm} mit einer Differenz von 20^{mm} gegen Schottland, und im Sommer bis 765 und selbst bis 772^{mm} bei dem Uebergange nach dem nördlichen Regime.

Hat die Luftdruckdifferenz zwischen Bar-le-duc und Holland 15^{mm} erreicht, so ist der Wind anhaltend stark, ein Fall, der ziemlich häufig im Winter und April, häufig im October und November, aber selten im Sommer vorkommt. Unabhängig von den allgemeinen Gradienten kann der Wind in den Gewitter- und Hagelböen eine grosse Heftigkeit erhalten.

Zwischen den Vorübergängen zweier derselben Phase angehörenden Depressionen treten nur im Winter und in der regnerischen Phase starke Nebel auf; im April sind die Nebel schwach, im Herbst ziemlich stark.

Das Regime geht in der Regel über: im Winter in das südliche, im Sommer in die Calme, im Frühjahr und im Herbst in das nördliche.

N ö r d l i c h e s R e g i m e (NW—NE). Dieses Regime umfasst in der Regel 6 Tage im December, kommt in den beiden folgenden Monaten fast nur vorübergehend vor, dominirt von den letzten Tagen des Februar bis zu Anfang des April, erscheint kaum 3 oder 4 Tage bis zum Beginn des Juni, ruft von Anfang Juni bis zu Ende August 2 Störungen in der normalen Calme von Nordwest

bis Nordost hervor, welche je 3—6 Tage umfassen, verschwindet wieder vom September bis zu den letzten Tagen des October und kommt endlich dann wieder im November auf 5—6 Tage zur Geltung.

Die Decemberperiode ist hauptsächlich ein Uebergangsstadium aus dem südlichen Regime in das östliche durch das westliche. Die Maximalzone im Osten ist verschwunden, eine neue erscheint gegen Gibraltar hin, erstreckt sich gegen Irland, wo sich einige Zeit die Maxima bewegen, dann breitet sie sich nach Finnland aus, während jene zwischen Gibraltar und Irland sich verwischt.

Die lange Periode des März ist charakterisirt durch die sich an das Maximum gegen Valentia anlehnende Zone hohen Druckes, die den ganzen Bogen von Portugal nach Schottland und Finnland umgrenzt und sich über den britischen Inseln abwechselnd öffnet und wieder schliesst.

Die kurze Maiperiode ist entweder eine Unterbrechung des südlichen Regims oder ein Uebergang des westlichen Regims in die Calme.

In den Sommermonaten steht die Maximalzone, deren Centrum gegen Irland liegt, gleichzeitig unter dem Einflusse einer nach Russland abziehenden Depression und secundärer Depressionen im Süden, so dass also das Gebiet niedrigen Druckes das ganze continentale Europa umfasst.

Im Herbste schiebt sich zwischen das westliche und östliche Regime gewöhnlich das nördliche ein, indem die Depression über Russland und das Maximum im Nordwesten der britischen Inseln zur Geltung kommt, worauf dann nach einigen Aenderungen die Maximalzone nach Nordost wandert, wodurch das östliche Regime hergestellt ist.

Im December bringt bei diesem Regime fast jeder Tag Schnee. Im März wechseln Platzregen und Schneefälle, Graupeln und Böen. Die Schneefälle werden unterbrochen beim Uebergange in das östliche Regime und gehen in Regen über beim Uebergange in das südliche; im ersteren Falle, sowie bei Eintritt von Calmen sind Nachtfröste zu befürchten.

Im Mai kommen kleine Regenschauer alle Tage vor, Gewitter nur bei gelegentlicher Zwischenkunft des südlichen Regimes.

Im Sommer nehmen die Regen sowie die Bewölkung ab, bis sich die Calme wieder hergestellt hat. Gewitter kommen, dem Zuge der secundären Depressionen entgegen, von Nordost oder Nordwest.

Im Herbste sind die Niederschläge wenig ergiebig.

Oestliches Regime (NE—SE). Dieses Regime ist vertreten:

im December und Januar während 12—25 Tagen in einer oder zwei Perioden, im März und im Anfange des April in 12 Tagen zu zwei Perioden; im November 3—8 Tage in einer Periode.

Erwähnenswerth sind die ziemlich seltenen Uebergangsphasen im Mai und September und die im Sommer ausnahmsweise vorkommenden Perioden, welche in gewissen Jahrgängen zur Geltung kommen.

Alle diese Perioden und Uebergänge sind charakterisirt durch die Anwesenheit einer Maximalzone über Nordeuropa und niedrigen Luftdruckes im Süden.

Die December- oder Winterperiode bildet zwei eigene Regime von verschiedenem Charakter: zu Schneefällen geneigt unter dem direkten Einflusse einer Depression, oder heiter und windig in einer Zone nordostwärts gerichteter Isobaren.

Die Periode des März bildet eine abgeschwächte Variante des Regimes der Regenschauer, welche in dem nördlichen Regime in dieser Zeit am meisten ausgebildet ist.

Die Phase des Mai ist der Effect eines Hindernisses, welches die Wiederholung des westlichen Regimes verlangsamt, und welches durch eine vorübergehende Calme unterbrochen wird. (?)

Die im Sommer ausnahmsweise auftretende und durch ausgedehnte, von Osten ziehende Gewitter ausgezeichnete Periode tritt dann ein, wenn die Maximalzone nach einem gewitterhaften nördlichen Regime nördlich an uns vorüberrückt und bei uns die secundären Bildungen verzögert, die von Afrika herüber kommen.

Die Septemberphase resultirt durch die Oscillation des hohen Luftdruckes zwischen Nord- und Südeuropa, durch die des Novembers wird das winterliche Regime eingeleitet.

Die eigentlichen, sowie die Uebergangsperioden umfassen in der Regel 3—4 Tage, entsprechend den halben Phasen des westlichen Regimes.

In allen Perioden und Phasen dieses Regimes ist das Wetter schön, wenn die Maxima über der Nordsee verweilen, ebenso, aber nur vorübergehend und insbesondere in der wärmeren Jahreszeit, wenn die von der Maximalzone umschlossenen Minima über diesem Meere sich lostrennen und sich entfernen.

Bei allen übrigen Lagen der Maxima und Minima, die dieser über Nordeuropa ausgebreiteten Zone angehören, fällt Regen oder Schnee oder finden auch Gewitter statt, je nachdem es die Umstände mit sich bringen. Dabei hängt die grösste Intensität von der extremen Lage der Maxima ab.

Veränderliches Regime. Unter diesem Ausdrucke werden diejenigen Perioden zusammengefasst, welche sich in obige Regime nicht gut hineinpassen lassen, obgleich es nach Poincaré eigentlich keine veränderlichen Regime giebt.

Im December sehen wir ausnahmsweise nach einem westlichen Regime die atlantische Maximalzone verschwinden und niedrigen, gleichförmigen Luftdruck ganz Europa überdecken. Indessen entwickelt sich rasch ein Wall hohen Luftdruckes, welcher von Südwesteuropa nach dem centralen Russland verläuft und der sich 4—5 Tage hält, dann sich trennt, so dass der nordöstliche Theil sich entfernt, der südwestliche zu uns heranzieht und ostwärts fortzieht, und so dem östlichen Regime Platz macht.

Aehnliche Wandlungen zeigen sich zuweilen auch im Februar, nur mit dem Unterschiede, dass der eben besprochene Zustand nach dem 3. Tage in das nördliche Regime übergeht.

Ein anderer Fall kommt zuweilen im April vor, wenn nach einer Calme durch eine Maximalzone, die sich vom atlantischen Ocean ostwärts durch ganz Europa erstreckt, bei ungewöhnlich hohem Thermometerstande bei Irland eine Hauptdepression erscheint, deren Ausläufer bis in unsere Gegenden dringen; alsdann pflegen Gewittererscheinungen aufzutreten. Nach einigen Tagen tritt dann gewöhnlich das westliche Regime ein.

Das veränderliche Regime des Mai ist eine 8tägige Verzögerung im Uebergange des südlichen in das westliche. Bei hohem Luftdrucke und hoher Wärme folgen mehrere Gewittertage, die dem Vorübergang des westlichen Regimes eigen sind. Nachher pflanzt sich die Maximalzone nordwärts nach England fort, das Regime geht in das nördliche über, um dann nach dem südlichen und zuletzt nach dem westlichen zurückzugehen.

Im Juli schliesst sich zuweilen ein veränderliches, durch Gewitter ausgezeichnetes Regime einer Zone hohen Luftdruckes an; indem die secundären, dem Süden entstammenden Depressionen nach Norden gegen die Hauptminima vordringen, geben sie Veranlassung zur Gewitterbildung. —

Wesentlich verschieden von dem von Poincaré speciell für Nordostfrankreich aufgestellten Systeme ist dasjenige, welches Abercromby[179]) für die britischen Inseln der Aufstellung von Prognosen zu Grunde legte. Insbesondere unterscheidet sich dasjenige von Abercromby sehr vortheilhaft von dem ersteren dadurch, dass dasselbe viel einfacher und übersichtlicher ist und mehr naturgemässer

die charakteristischen Erscheinungen gegenüber den mehr zufälligen in den Vordergrund treten lässt.

Wenn auch die Principien, welche Abercromby für die Wetterprognose ableitet, speciell für Grossbritannien zunächst Geltung haben sollen, so können diese doch auch für unsere Gegenden mit einigen Modificationen, wie sie durch die klimatische Eigenartigkeit jenes Landes, insbesondere durch die exponirte Lage an der grossen Heerstrasse der Cyclonen, die dort zusammentreffen, gegeben sind, anwandt werden, so dass die Besprechung dieser Untersuchungen für unsere Zwecke immerhin nutzbringend sein dürfte.

Die Windstärke ist abhängig von dem gegenseitigen Abstand, die Windrichtung von der Lage der Isobaren, das Wetter aber und sein Wechsel von der Gestalt der Isobaren und ihren Aenderungen. In letzterer Beziehung lassen sich folgende 7 Formen unterscheiden, welche häufig auftreten und mehr oder weniger typisch ausgeprägt sind.

1) Kreisförmige oder ovale Cyclonen; 2) secundäre Depressionen, kleine kreisförmige Systeme, neben einer Hauptcyclone; 3) V-förmige Depressionen, Gebiete niedrigen Luftdruckes, begrenzt von V-förmigen Isobaren, den secundären Depressionen gewissermassen ähnlich, jedoch in einigen wichtigen Punkten von denselben verschieden; 4) Anticyclonen, Gebiete hohen Luftdruckes, von kreisförmigen oder ovalen Isobaren begrenzt; 5) keilförmige Isobaren oder keilförmig sich vorschiebender hoher Luftdruck; 6) geradlinige Isobaren, nach einer Seite hin abfallender Luftdruck bei lang gestreckten Isobaren; 7) Einkehlung niedrigen Luftdruckes zwischen zwei nahe gelegenen Anticyclonen. Die wichtigsten von diesen Formen sind 1, 2, 4 und 5.

Cyclonen. Die allgemeinen Eigenschaften der Cyclonen, welche Abercromby angiebt, stimmen mit jenen überein, welche wir oben schon kennen lernten, wie eine Betrachtung der folgenden Figur 58 auf den ersten Blick ergiebt, welche ohne Weiteres klar ist.

Es giebt 6 Einflüsse, welche den allgemeinen Charakter einer Cyclone modificiren können: 1) die typische Gestalt, 2) die Intensität, 3) die Ausdehnung, 4) die Winde, 5) die tägliche und 6) die jahreszeitliche Aenderung.

Die gewöhnliche und am meisten typische Gestalt der Cyclonen ist dadurch gegeben, dass der höchste Druck und die steilsten Gradienten nach der Südseite hin liegen. In diesem Falle breitet sich die Wolken- und Regenarea weit nach Süd und Südost aus, aber verhältnissmässig wenig nach Nord und Nordwest, während das schlechteste Wetter an der Südseite liegt, wo die Gradienten am

steilsten sind. Dieses ist der westliche Typus der Cyclonen, bei welchem die Richtung sowohl der Cyclonen als auch des Windes nahezu aus West kommt. Lagert das barometrische Maximum, wie es etwas weniger vorkommt als vorhin, nach Nordosten, wo auch die Gradienten am steilsten sind, so liegt, abweichend von dem vorhin besprochenen Falle, die Wolken- und Regenarea nach der Nordostseite am weitesten vom Centrum, und hier ist auch das Wetter am schlechtesten: östlicher Typus der Cyclone.

Die Intensität der Cyclone hängt von der Steilheit der Gradienten ab; je grösser die Intensität der Cyclone ist, desto grösser

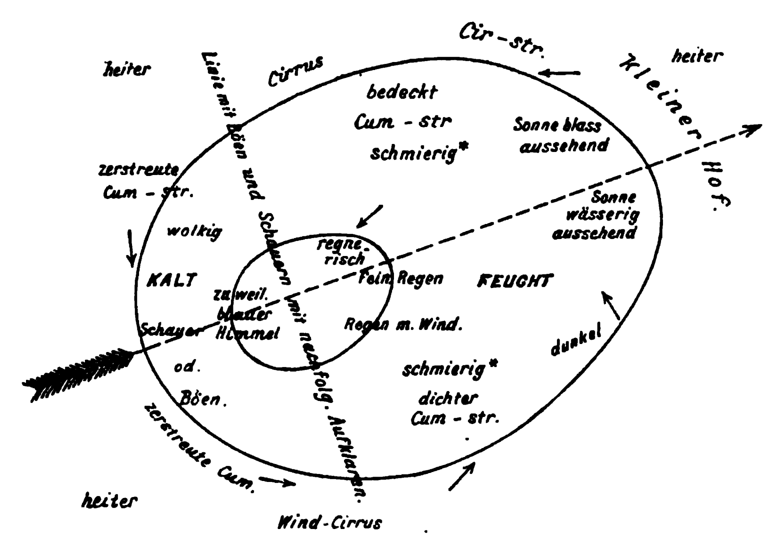


Fig. 58. Cyclonen-Prognose.

ist im Allgemeinen auch die Ausdehnung und die Ergiebigkeit der Niederschläge.

Im innigsten Zusammenhange mit der typischen Gestalt und mit der Intensität steht der Umfang und die Form der Cyclonen: in sehr umfangreichen Cyclonen liegen die steilsten Gradienten, sowie das schlechte Wetter, immer in einiger Entfernung vom Centrum, dagegen bei kleinen Depressionen fällt in unmittelbarer Umgebung des Centrums am meisten Regen und dieser gewinnt nur nach der einen oder anderen Seite an Ausdehnung, je nach der Lage des höchsten Luftdruckes.

Auch die localen Einflüsse spielen eine nicht untergeordnete Rolle: so sind stürmische Winde, Schauer, Böen, Gewittererschei-

nungen nicht selten durch örtliche Einflüsse bedingt, mögen diese nun in der Configuration des Erdbodens oder in anderen Verhältnissen begründet sein. Insbesondere hervorzuheben ist das Abhängigkeitsverhältniss der Regenmenge von der Lage der Gebirge, des Meeres zu den herrschenden Winden, so dass die Ost- und Westküsten unter denselben Windverhältnissen meistens verschiedene Witterungserscheinungen zeigen. Aus diesem Umstand entspringt die grosse Schwierigkeit, für nur irgendwie ausgedehnte Gebiete Wetterprognosen zu geben, wir können uns nur damit begnügen, den allgemeinen Wettercharakter anzugeben, welcher als wahrscheinlich zu erwarten ist.

Wichtig ist ferner die Kenntniss der täglichen Aenderung der einzelnen Elemente, welche durchaus verwickelt erscheint und ausserordentlich vielen unregelmässigen Schwankungen ausgesetzt ist, die insbesondere durch den Wechsel der Isobaren gegeben sind, der an eine tägliche Periode nicht geknüpft ist.

Was endlich die jahreszeitlichen Einflüsse betrifft, so sind im Winter die Cyclonen in der Regel umfangreicher und intensiver, als im Sommer. Die Bewölkungs- und Regenerscheinungen sind in beiden Jahreszeiten von einander sehr verschieden: im Winter ist das Aussehen des Himmels weicher, der Regen ist feiner und fällt weniger in Schauern, als im Sommer.

Secundäre Depressionen bilden sich in fast allen Fällen in der Verlängerung des Ovals der primären Cyclone aus, oder an der Längsseite, die dem höchsten benachbarten Luftdrucke zunächst liegt. Am meisten bemerkenswerth ist die Erscheinung, dass durch sie die Isobaren der Hauptcyclone abgelenkt werden, so dass zwischen der secundären und primären Depression ein Gebiet mit schwachen Gradienten und schwacher Luftbewegung entsteht und starke Winde an der Seite der Hauptcyclone auftreten, wo die Gradienten steiler sind. Beide Systeme bewegen sich nach demselben Sinne, in seltenen Fällen bewegt sich die secundäre Depression um das Hauptminimum. Der Hauptunterschied zwischen beiden Cyclonen besteht in der grossen Menge von Regen und Wolken, die in der secundären Depression sich bilden, wogegen die primäre eine geringere Bewölkung und Regenmenge, aber stärkere Winde aufweist. Für den einzelnen Beobachter sind bezeichnende Merkmale der secundären Depression: einförmig bedeckter Himmel oder eigenthümliche, wenig veränderliche Wolken und sehr trübes Wetter. Der Regen fällt gewöhnlich ergiebig und senkrecht, abweichend von den Erscheinungen auf der

Vorderseite einer primären Cyclone, wo der Regen mit Wind vereinigt oder rieselnd fällt. Während bei einer primären Cyclone das Barometer auf der Vorderseite bei nebelartigem Regen rasch fällt, auf der Rückseite dagegen bei starkem Regenfall steigt, bleibt dasselbe bei einer secundären Depression gewöhnlich fast stationär, mit einer raschen Schwankung beim Beginne und am Anfange des Regenfalls, worauf es der allgemeinen Bewegung folgt.

Für die Wetterprognose bezeichnet die secundäre Depression Regen ohne viel Wind, im Sommer Gewitter. Ihr plötzliches Auftreten stört und verdirbt sehr oft die Prognosen. Zuweilen sind die secundären Depressionen 1 oder 2 Tage stationär, manchmal überdauern sie kaum 12 Stunden lang. Zuweilen sehen wir auf unserem Gebiete mehrere secundäre Depressionen, das deutet immer auf schlechtes, unruhiges Wetter, oft mit Gewittern, doch nicht auf ausgedehnte Stürme.

Beispiele für secundäre Depressionen finden sich in unseren vorhergehenden Wetterkarten vom 5. und 6. Juni 1881 (Entwickelung einer secundären Depression, Fig. 50 u. 51), 30. Januar 1877 (Fig. 46) und vom 22. December 1879 (Fig. 40).

Die V-förmigen Depressionen haben mit den secundären grosse Aehnlichkeit. Sie entstehen meistens in der südlichen Verlängerung der Troges (trough) der Cyclone oder in der Furche des niedrigen Luftdruckes zwischen zwei Anticyclonen. Sie schreiten gewöhnlich mit der Hauptcyclone ostwärts fort, indessen haben sie meistens nur eine kurze Lebensdauer. Häufig geht diese Form in die secundäre Cyclone über und trägt wie diese vielfach zur grösseren Unsicherheit der Wetterprognose bei. Ein cyclonales System hat diese Art Bildungen nicht. Auf der Vorderseite der Ausbuchtung der Isobaren fällt dichter Regen mit „schmierigem (dirty)" *) Wetter und südwestlichen Winden, auf der Rückseite zerreisst die Wolkendecke, und mit dieser Erscheinung fängt das Barometer an zu steigen, während der Wind oft in heftiger Böe nach Nordwest springt.

Anticyclonen sind charakterisirt durch schönes Wetter, leichte Winde, durch eine Tendenz zur Beharrlichkeit, im Winter durch kaltes, im Sommer durch warmes Wetter. Zwar kommen im Bereiche der Anticyclonen öfters leichte Regenschauer und unregelmässige Störungen des Barometers vor, allein diese Erschei-

*) schmierig (dirty): ein bekannter seemännischer Ausdruck.

nungen sind von denen verschieden, welche bei der Cyclone stattzufinden pflegen.

Bei der Anticyclone lautet die Prognose im Allgemeinen auf schönes Wetter, die Einzelheiten sind von der Jahreszeit, sowie von localen Eigenthümlichkeiten abhängig.

Keilförmige Isobaren schliessen ein Gebiet hohen Luftdruckes ein, wie die V-förmigen ein Depressionsgebiet umgeben. Sie entstehen auf der Vorderseite der Cyclonen und der V-Depressionen und gehen vor ihnen her. Auf ihrer Front- oder Ostseite ist das Wetter schön, heiter und sichtig und herrscht mässiger Nordwest, während die Aus- und Einstrahlung ungehindert vor sich gehen kann. In der wärmeren Jahreszeit entsteht am Tage oft hohe Wärme, welcher zuweilen Regen vorhergeht, während der Nacht Reif. Auf der Rück- oder Westseite dreht der Wind bei fallendem Barometer nach Südwest, der Himmel bedeckt sich erst mit cirrösem Gewölk, dann bei Annäherung der Cyclone mit dichteren Wolken.

Geradlinige Isobaren. Diese Art Isobaren sind unbeständig; durch ihr Gebiet ziehen häufig Cyclonen von geringerer oder grösserer Intensität. Das Wetter ist kühl, wolkig, unbeständig, regnerisch, wenn eine Cyclone auftaucht, und der Wind lebhaft.

Unsere obigen Wetterkarten geben für diesen Fall eine Reihe typischer Beispiele.

Halsförmige Einkerbungen zwischen zwei Anticyclonen sind charakterisirt durch ruhiges, aber veränderliches Wetter, während die Temperatur abhängig ist von den localen Strahlungsverhältnissen. Obgleich diese Situation häufig stationär bleibt, so nimmt das Wetter doch keinen beständigen Charakter an, weil die im Nordwesten liegende Depression die Neigung hat, ein Theilminimum (einen „Hals") zu erzeugen.

Wettertypen. Je nach der Druckvertheilung unterscheidet Abercromby folgende Wettertypen für Westeuropa: 1) den südlichen Typus: Anticyclone im Osten oder Südosten von Grossbritannien, Cyclonen, vom atlantischen Ocean kommend, dringen gegen sie ein oder ziehen im Nordosten vorüber; 2) den westlichen Typus: der subtropische Anticyclonen-Gürtel liegt im Süden Grossbritanniens, die Cyclonen, welche im centralen atlantischen Ocean entstehen, gehen nach Osten oder Nordosten; 3) den nördlichen Typus: die atlantische Anticyclone breitet sich weit über den Westen und Nordwesten der britischen Inseln aus und bedeckt

den nordatlantischen Ocean; bei dieser Situation erscheinen die Cyclonen auf der Nord- und Ostseite und bewegen sich entweder um die Anticyclonen herum südostwärts oder entfernen sich rasch ostwärts; 4) den östlichen Typus: während eine scheinbar nicht subtropische Anticyclone im nordöstlichen Europa erscheint, welche selten die Küstenlinie überdeckt, hat die atlantische Anticyclone gelegentlich den Biscayischen Busen ganz verlassen; die Cyclonen kommen dann entweder vom atlantischen Ocean und gehen südöstlich zwischen der atlantischen und skandinavischen Anticyclone durch; nicht selten werden sie im Fortschreiten aufgehalten, und erleiden einen Aufenthalt oder eine Ablenkung durch die im Nordosten Europas lagernde Anticyclone. Zuweilen bilden sich Cyclonen auf der Südseite der nordöstlichen Anticyclone und schreiten langsam nach Ost, in sehr seltenen Fällen nach West*).

Zur Charakteristik dieser Typen fügen wir nach Abercromby noch Folgendes bei:

Südlicher Typus. Zuweilen, insbesondere im Sommer, erscheinen auf der Ostseite der grossen atlantischen Depression kleinere Minima, die nordostwärts fortschreiten, ohne mit ihrem Centrum Grossbritannien zu berühren, so dass dieses Land gewöhnlich von den Randgebieten entweder der Cyclonen oder Anticyclonen aufgenommen wird. Zu anderer Zeit breitet sich der niedrige Luftdruck über Grossbritannien aus, den höheren Druck ostwärts vorschiebend, ohne dass eine ausgeprägte Cyclone zur Ausbildung kommt; in diesem Falle pflegt das Wetter ruhig und leidlich schön bei sehr niedrigem Barometerstande zu sein, eine Erscheinung, die öfters auffällt.

Im Sommer ist die atlantische Depression gewöhnlich viel weniger ausgeprägt als im Winter, die Cyclonen sind kleiner, weniger tief und schreiten weiter ostwärts fort. Das Wetter in ihnen ist gerade nicht schlecht (dirty), wenn auch die Luft andauernd trübe und rauher ist, als im Winter.

Diese Wettertype kommt in allen Jahreszeiten vor, am häufigsten und anhaltendsten im Winter und in der That hängen die Wärmeverhältnisse des Winters hauptsächlich von der Anzahl der Tage mit dieser Wettertype ab.

Die Temperatur ist bei diesem Typus stets hoch, und wenn

* Nach dem oben Seite 299 Gesagten ist in dieser Lage das Fortschreiten nach West nicht gar selten, die Fortpflanzung nach West ist in diesem Falle Regel, wenn auf der Nordseite der Cyclone die höhere Temperatur liegt.

die russische Anticyclone ostwärts nach Grossbritannien vordringt, findet im Winter oft Reifbildung statt.

Der Wind ist beständig und nur in den extremsten Fällen stürmisch, und auch in diesen Fällen für See und Land verhältnissmässig wenig gefährlich.

Dieser Typus geht entweder langsam in den westlichen nach der einen Seite hin oder nach der anderen in den östlichen, im letzteren Falle ist der Wechsel mehr ohne Uebergang.

Für den isolirten Beobacher ist die Aufeinanderfolge der Witterungserscheinungen bei diesem Typus unschwer verständlich: das Barometer fällt, das Thermometer steigt, das Aussehen der Luft wird schlechter und feiner Regen fängt an zu fallen; der südliche Wind geht etwas zurück, nimmt an Geschwindigkeit zu, bis das Barometer den tiefsten Stand erreicht hat. Sobald das Barometer zu steigen beginnt, dreht sich der Wind mit abnehmender Stärke etwas nach Südwest, die Temperatur sinkt und das Wetter klart etwas auf. Dieser Vorgang wiederholt sich oft mehrere Tage hinter einander mit geringeren oder grösseren Modificationen und dauert nicht selten Wochen lang an.

Westlicher Typus. Die Cyclonen bewegen sich ostwärts an dem Nordrande des hohen Luftdruckes, dessen Maximum südlich von Grossbritannien lagert. Geht das Cyclonencentrum über die Inseln weg und ist die Cyclone von mässigem Umfange, so ist ihre Intensität gross, so dass nicht selten heftige und gefährliche Stürme entstehen, insbesondere im Frühjahr und Herbst.

Andere kleinere, kurzlebige und rasch fortschreitende Depressionen und Theilminima, die keine sehr grosse Gradienten haben, bringen Regen und unbeständiges Wetter, eher, als Stürme und zwar zu allen Jahreszeiten.

In der Winterzeit (fast ausschliesslich) dringt nicht selten der niedrige Luftdruck aus dem hohen Norden südwärts nach Grossbritannien vor, eine Zone mit steilen Gradienten vor sich schiebend und veranlasst dann Regen und heftige Westwinde mit geringer Aenderung der Richtung.

Der in jeder Jahreszeit gewöhnlichste Fall (über 70%) ist der, dass eine Cyclone von mässiger Intensität soweit nördlich von den britischen Inseln vorübergeht, dass der Wind bei Annäherung der Cyclone 1 oder 2 Strich zurückdreht und dann beim Vorübergang der Cyclone 1 oder 2 Strich nach Westen geht, während die allgemeine Windrichtung zwischen Südwesten und Westen liegt. Als-

dann erreicht der Wind gewöhnlich die Sturmesstärke nicht, während eine mässige Regenmenge zu fallen pflegt.

Im allgemeinen liegt die Temperatur bei diesem Typus über dem Normalwerthe, etwas wärmer ist es auf der Vorderseite als auf der Rückseite der Cyclone. Ist dieser Typus im Winter stark vertreten, so ist das Wetter frostfrei, dagegen im Sommer bedingt seine Herrschaft kühle Witterung.

Während der Beobachter beim südlichen Typus sich stets auf der Vorderseite einer Reihe nacheinander folgender Cyclonen befindet, bemerkt er bei diesem Typus die charakteristischen Witterungserscheinungen sowohl der Vorderseite als auch der Rückseite.

Nördlicher Typus. Zuweilen erscheint der hohe Luftdruck im Westen und Nordwesten von Grossbritannien als die Verlängerung der atlantischen Anticyclone, an deren Ostseite die Cyclonen nach östlichen Gegenden fortziehen, wobei dieser Typus nicht selten, insbesondere im Juli und August, allmählich in den westlichen Typus übergeht. Häufiger erstreckt sich die atlantische Anticyclone bis hinüber nach Grönland, so dass über Nord- und Centraleuropa ein Gebiet niedrigen Luftdrucks sich bildet, und dieses ist dann der Tummelplatz für die Depressionen, die in ununterbrochener Reihe auf einander folgen.

Während der Herrschaft dieses Typus befindet sich Grossbritannien stets auf der Rückseite der Cyclonen, gerade umgekehrt wie beim südlichen Typus, bei dessen Regime es auf der Vorderseite liegt. Dieser Typus kommt gewöhnlich im Winter vor, insbesondere aber in den Frühlingsmonaten, und am meisten im März, dagegen selten im Herbste.

Charakteristisch für diesen Typus ist die niedrige Temperatur, das trockene Wetter mit Cumuluswolken, die verhältnissmässig geringen Windstärken und die Neigung zur Entwicklung von Theildepressionen, in welchen das Wetter trübe, häufig regnerisch ist und, bei grösserer Intensität, im Sommer und Herbst sich die Gewitter entladen.

Dieser Typus geht zuweilen in den westlichen Typus über, am häufigsten aber in den östlichen, mit welchem er öfters abwechselt.

Merkmale für diesen Typus für den Beobachter sind: die Beständigkeit der nördlichen Winde, bei fallendem Barometer und zunehmender Bewölkung nach Nordosten drehend, dann bei steigendem Barometer und aufklarendem Wetter nach Nordwesten zurückdrehend, ein Wechsel, der allerdings nicht so regelmässig erfolgt wie beim

westlichen Typus. Die hierbei stattfindenden Niederschläge fallen gewöhnlich in Schauern oder in Böen. Dieser Ausnahmefall, Regen bei nordöstlichem Wind und steigendem Barometer veranlassten Admiral Fitzroy, ein Zeichen hiefür auf seiner Barometerskala anbringen zu lassen.

Die Prognosenstellung ist wegen des unregelmässigen Verlaufs dieses Typus, insbesondere aber wegen der häufigen Entwickelung und Umbildung der Theildepressionen, von grosser Schwierigkeit, man muss sich meistens damit begnügen, nur den allgemeinen Wettercharakter zu geben.

Oestlicher Typus. An der Südseite der Anticyclone über Skandinavien befindet sich niederer Luftdruck über Central- und Südeuropa, welcher entweder stationär ist oder sich langsam westwärts fortbewegt. Die Cyclonen entstehen zumeist an der West- und Südwestseite der nördlichen Anticyclone, zuweilen auch am Nordrande der atlantischen Zone hohen Luftdrucks, dessen Rand weit nördlich von Portugal liegt, so dass sich die Depressionen durch eine Furche niederen Luftdruckes fortbewegen.

Dieser Typus ist häufiger, als der nördliche, und gewöhnlich im October, November, Februar und Mai, aber sehr selten im Juli, August und September vertreten.

Die Temperatur liegt bei diesem Typus unter dem Normalwerthe, ist aber mehr veränderlich, als beim nördlichen Typus. Wenn der Wind bei Annäherung einer Cyclone nach Süden dreht, tritt stets Erwärmung ein. Der allgemeine Witterungscharakter ist trübe und rauh. Bezüglich des Regenfalles macht sich ein entschiedener Gegensatz der Ost- und Westküsten bemerkbar, indem die ersteren oft Regen erhalten, während die letzteren (wie auch das Binnenland) oft ganz regenfrei bleiben.

Der Beobachter erkennt diesen Typus daran, dass bei fallendem Barometer die Bewölkung zunimmt, die Temperatur steigt und der Wind nach Südosten dreht, nachher bei steigendem Barometer die Temperatur sinkt, während der Wind nach Osten oder Nordosten zurückgeht. Dabei ist die Windstärke und der Regenfall abhängig von der Intensität der Cyclonen.

Die Schlussresultate, zu welchen Abercromby gelangt, sind der Hauptsache nach folgende:

Die Aenderungen in den Witterungserscheinungen erfolgen mit solcher Geschwindigkeit, dass sie nur durch den elektrischen Strom überholt werden können und die Herbeischaffung des wettertele-

graphischen Materials ist mit solchen Kosten verknüpft, dass nur ein Central-Staatsinstitut diese Sache mit Erfolg in die Hand nehmen kann.

Ferner treten viele Erscheinungen, beispielsweise Böen, Gewitter etc. so local auf, dass es nothwendig wäre, für viele ganz eng begrenzte Prognosenbezirke besondere Prognosen zu stellen, d. h. wenn man in der Lage wäre, diese Erscheinungen mit grosser Wahrscheinlichkeit vorauszuerkennen. Die kleineren Störungen sind so kurzlebig, dass sie oft unserer Aufmerksamkeit entgehen, wenn nicht die Beobachtungstermine nahe bei einander liegen. Im Sommer entwickelt sich oft ein engbegrenztes Ungewitter (storm) und vergeht wieder in dem Zeitraume, welcher zwischen den Beobachtungen von 8^h a. m. und 6^h p. m. liegt.

Dem raschen Wechsel der Witterungserscheinungen entsprechend, können die Wetterprognosen auf längere Zeit voraus nicht gegeben werden, als vielleicht auf 1—2 Tage und zwar meistens nur in allgemeinen Ausdrücken, wie z. B. auf Fortdauer der Wärme, der Kälte, auf beständiges oder veränderliches Wetter, wobei die Erfolge um so grösser zu sein pflegen, je grösser die Störungen sind.

Dabei ist die Prognose für die britischen Inseln noch desswegen mit besonderen Schwierigkeiten verknüpft, weil diese nach dem äussersten nördlichen Europa vorgeschoben sind, und an der grossen Heerstrasse der Cyclonen liegen, die auf dem Ocean erscheinen und ostwärts weiter ziehen, so dass beispielsweise Deutschland bezüglich der Prognose sich in ungleich günstigeren Verhältnissen befindet. —

In Italien hat Busin[180]) nach eingehendem Studium der Wetterkarten Witterungstypen aufgestellt, welche ebenfalls in der Luftdruckvertheilung ihre Grundlage haben.

Busin bezeichnet mit A jenen atmosphärischen Zustand, bei welchem eine Anticyclone oder eine Area hohen Luftdrucks von über 770^{mm} über Italien selbst, oder einem der Nachbargebiete lagert, mit U eine gleichmässige Luftdruckvertheilung und mit C relativ niedrigen Luftdruck, wobei dieser 770^{mm} nicht übersteigt.

Zur Kennzeichnung der Lage des hohen und niedrigen Luftdrucks werden an den eben genannten Buchstaben weitere Zeichen angehängt, so zwar, dass das erste dieser angehängten Zeichen immer die Lage des niedrigeren, das zweite die des höheren Luftdrucks angiebt. Diese Zeichen bestehen aus den bekannten Symbolen für die 8 Weltgegenden und aus den Abkürzungen: in =

Norditalien, g = Golf von Genua, t = Tyrrhenisches Meer, o = Mittelitalien, sd, od, nd = resp. Süd- Mittel-, Ost-Dalmatien, ? = Lage des höheren oder niedrigen Luftdrucks nicht bestimmbar.

Da für Italien und Umgebung gewöhnlich nur eine einzige Cyclone oder Anticyclone die Witterung beeinflusst, so wurden die entfernteren Cyclonen oder Anticyclonen unberücksichtigt gelassen, und es ergaben sich für den Zeitraum vom 1. September 1880 bis zum 30. April 1883 folgende Zahlen für die Frequenz der einzelnen Isobarentypen:

Typus	Anzahl des Vorkommens	Typus	Anzahl des Vorkommens	Typus	Anzahl des Vorkommens
Anwne . .	20	Cnenw . .	15	U?o. . . .	9
Cnwne . .	12	Aswn . . .	17	Uo?. . . .	18
Cnwe . . .	9	Aswne . .	19	A?o. . . .	25
Cnwse. . .	37	Asn. . . .	14	Cin? . . .	19
Cnws . . .	13	Asne . . .	14	Cg?. . . .	26
Cnwsw . .	24	Asenw . .	23	Cnd? . . .	18
Cns. . . .	17	Asen . . .	35	Csd? . . .	10
Cnesw. . .	12	Asene. . .	10	Cod? . . .	15
Anew . . .	13	Aenw . . .	18	Co?. . . .	21
Cnew . . .	15	A?in . . .	9	Ct?. . . .	19
Anenw . .	24	Cenw . . .	11		
Unenw . .	10	Aen. . . .	9		

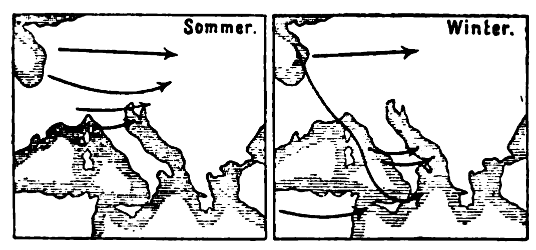
Hiernach kam der Typus der Druckvertheilung Anw ne, wonach der niedrige Luftdruck im Nordwesten von Italien (Frankreich) und der hohe im Nordosten davon (etwa Galizien) sich befand in dem oben angegebenen Zeitraume 20mal vor, etc.

Die folgenden Kärtchen zeigen die Zugstrassen der Depressionen im Sommer und Winter und 2 Isobarentypen.

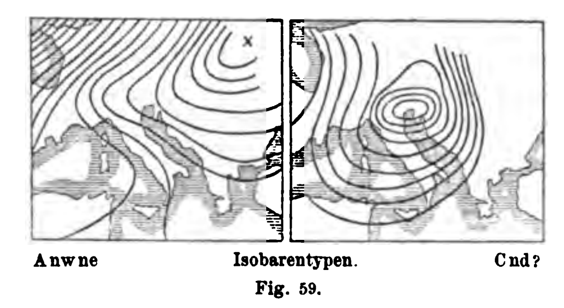
Trotz der kurzen Zeit ergeben sich aus den wenigen Isobarenkarten sehr bestimmte Erscheinungen, welche für die verschiedenen Typen charakteristisch sind. Ich fand z. B., dass die Typen, welche schönem Wetter vorausgingen und dasselbe begleiteten, im Allgemeinen jene mit gleichmässiger Druckvertheilung waren und überdies im Besonderen die folgenden: „Ane nw, Une nw, Cne nw, Aswn, Aen, A? in, A? o; überdies sah ich, dass die Typen, welche viel Reif bringen, jene waren, welche hohen Luftdruck über Italien oder im Norden oder Nordosten davon haben; dass ferner jene, welche am häufigsten Nebel mit sich bringen, folgende sind: Anwne, Cnwe, Cnws, Anew Aswne, Asne und ganz besonders A? in und A? o; dass die Gewitter am häufigsten auftreten bei den Typen: Cnew, Unenw, Aenw, Uo?, Cin?, Co?, Cod?, Csd? und besonders Cnd?, was mit den von Schiaparelli erhaltenen Resultaten übereinstimmt. Die Winde traten mit grösster Heftigkeit auf,

wenn die Iobaren ganz oder nahezu senkrecht standen auf die Axe der italienischen Halbinsel und es herrschten in der Regel Windstillen, wenn die Isobaren mit dieser Axe parallel verliefen.

Jedem Typus entsprechen in jeder meteorologischen Jahreszeit im Allgemeinen bestimmte Erscheinuugen, welche, wenn man sie in allen ihren Einzelheiten studirt haben wird, eine bessere Grundlage für die Wettervoraussicht geben werden, als die bis jetzt benutzte. Die Anzahl dieser Typen ist nicht unendlich, sondern kann



Zugstrassen der Depressionen in Italien.



Anwne Isobarentypen. Cnd?

Fig. 59.

in Italien auf höchstens beiläufig 100 angegeben werden; es sollten sich die Meteorologen ja nicht verdriessen lassen, die Eigenthümlichkeiten eines jeden dieser Typen in den verschiedenen Ländern zu studiren. Kennte man die Eigenthümlichkeiten der Typen in den verschiedenen Ländern, so liessen sich vielleicht Schlussfolgerungen ziehen über die Aufeinanderfolge der Typen, d. h. über die Typen, welche am häufigsten einem bestimmten Typus nachfolgen. Ich habe bemerkt, dass auf einen bestimmten Typus innerhalb 24 Stunden nicht jeder beliebige andere folgen kann, sondern nur eine beschränkte Anzahl, von welchen wiederum einige am häufigsten. Die Isobarentypen haben ebenfalls eine verschiedene jährliche Häufigkeitsperiode; einige treten am häufigsten im Sommer auf (jene von der Gruppe U), andere im Winter (Gruppe A) u. s. w.

Ja einige scheinen mit der Periode der Stürme zusammenzufallen, d. h. in jenen Perioden des Jahres aufzutreten, in welchen die Regenwahrscheinlichkeit die grösste ist und die desshalb auch sprichwörtlich sind im Munde des Volkes."

Durch weitere Untersuchungen fand Busin, dass jeder Verwandlung eines Typus in einen anderen regelmässig an bestimmten Beobachtungsorten dieselben Winddrehungen entsprechen. Für jeden der am meisten auftretenden Typen bestimmte er für 16 Beobachtungsorte die vorherrschenden Windrichtungen des gegenwärtigen und des nachfolgenden Zustandes und erhielt z. B. für die Umwandlung von A nw ne in C nw e folgende Winddrehungen:

zu Venedig von N nach NNE (unbedeutend)
„ Florenz „ NNE nach E („)
„ Lecce „ WNW „ SSW

oder bei Umwandlung von A nw ne in C nw se:

zu Mailand von ENE zu E (unbedeutend)
„ Modena „ NE „ SW
„ Genua „ NE „ SE
„ Florenz „ NNE „ E (unbedeutend)
„ Ancona „ W „ SE
„ Lecce „ WNW „ SSE

Man sieht, dass im letzteren Falle die Drehungen viel bedeutender sind, als im ersteren, und dieses steht mit der Thatsache im Einklange, dass die beiden ersteren Typen viel mehr mit einander verwandt sind, als die letzteren.

„Wenn zwei tägliche Windrichtungen mehrerer Beobachtungsorte einer ausgedehnten Gegend gegeben sind, bemerkt Busin, so kann man aus dem Studium solcher Richtungen und ihrer entsprechenden Drehungen den nächstkommenden Isobarentypus bestimmen, und dies mit desto grösserer Wahrscheinlichkeit, je grösser die Anzahl der Beobachtungsstationen ist und je besser gewählt letztere sind. Es genügt, nur die Tafeln construirt zu haben, welche die Drehungen der Winde bei jeder Typenverwandlung angeben und dann Vergleichungen mit den ersten Beobachtungen der gegebenen Windrichtungen und der nächst folgenden auf den benannten Tabellen zu machen, bis man einen solchen Fall findet, welcher gleiche oder ungefähr fast gleiche Richtungen und Drehungen der Winde hat. Man wird dann erkennen, welche Typen wahrscheinlich in Verwandlung sind. Leichter wäre es noch, wenn man den gegenwärtigen Isobarentypus kennt, wie es gewöhnlich der Fall ist und den fol-

genden zu suchen hat. Also wenn die Vertheilung des Luftdruckes für eine grosse Länderstrecke unbekannt ist, und man kennt nur die Windrichtungen, so kann man erstere ermitteln durch Diagramme, wie wir sie construirt haben. Dieses kann vielleicht der Fall sein bei älteren Beobachtungen, wenn man nur die Windbeobachtungen hat.

Wenn man eine monatliche Statistik der Windrichtungen und der Winddrehungen für jeden Beobachtungsort macht, so kann man aus diesen die häufigsten Verwandlungen der Typen in jedem Monat ermitteln.

Ausserdem beweist die Statistik, dass man besonders in gebirgigen Gegenden Windvorhersagungen für eine grosse Ausdehnung nicht machen kann und dieses ist auch selbstverständlich, wenn man die Verschiedenheiten der Lage solcher Gegenden bedenkt und auch desshalb, weil die Isobaren im Meeresniveau nicht gleich sind jenen im andern Niveau."

Ein ungünstiges Resultat für die Vorhersage der Gewitter in Italien in Anlehnung an die Luftdruckvertheilung erhielt Schiaparelli[181]), indem er den Jahrgang 1877 und nachher in Verbindung mit Pini und Frisiani 1878 untersuchte.

Derselbe führte die Luftdruckvertheilung während der Gewitterperiode auf folgende 4 Typen zurück:

1) Atlantischer Typus. Das barometrische Maximum liegt an den Küsten von Frankreich und England, die Gradienten fallen nach Italien zu ab; die Luft staut sich an den Alpen, so dass auf der Nordseite hoher, auf der Südseite relativ niedriger Druck entsteht; die Isobaren drängen sich in den Alpen, die Luft steigt heftig in die Poebene hinab. „Bei weitem der grösste Theil der Gewitter tritt bei dieser Luftdruckvertheilung auf, besonders wenn sich die Isobaren statt parallel der Küste von Italien zu verlaufen, quer über die Halbinsel sich erstrecken und so in Oberitalien verschiedene Luftströmungen aus Südost und Südwest sich treffen."

2) Afrikanischer Typus. Das Maximum liegt zwischen Gibraltar und Tunis, die Isobaren verlaufen fast ostwärts; der warme Südwest kühlt sich an den Alpen ab und giebt so Veranlassung zur Gewitterbildung.

3) Heimischer Typus. Der Luftdruck ist über Italien gleichmässig vertheilt. Gewitter erfolgen an heiteren warmen Tagen, und ihre Entstehung wird durch den Einfluss der Alpen begünstigt.

4) Keine Gewitter finden statt bei ruhigem klarem Wetter bei hohem, gleichmässig vertheiltem Luftdrucke, bei zu niederer und

mässig hoher Temperatur und bei gegen Spanien und Frankreich abfallenden Isobaren.

In dem Berichte von 1878 heisst es: „Die Sache (Prognosenstellung) geht um so besser, je grösser der Ueberdruck auf dem Atlantic ist, je näher er der spanisch-marokkanischen Küste ist und wenn der hohe Druck nicht allein die Nordwestgrenze von Europa, sondern gleichzeitig das afrikanische und asiatische Litorale, zuweilen auch noch Russland bedeckt (2.—3. August 1878). In solchen entstehen neue und charakteristische Situationen, die immer von zahlreichen Gewittern begleitet sind. Diese werden dagegen verhindert durch ausgedehnte Depressionen in Osten und Südosten, welche den freien Durchzug der atlantischen Luftströme fördern. Bedeckt die Anticyclone nur den Canal oder die Nordsee, so legen sich zwar die Isobaren auch an die Alpen an, aber sie entfernen sich nicht gar weit von den Parallelen, der Abfluss der Luft geschieht leichter, es bildet sich nicht jene charakteristische Einbiegung in der Poebene, welche die Entwickelung der Gewitter so begünstigt. Auch die Pyrenäen scheinen den freien Zug der Luftmassen zu hindern, aber in weit geringerem Maasse, als die Alpen, sowohl wegen der geringeren Höhe und Ausdehnung, als auch wegen ihres geradlinigen und vom Parallel wenig abweichenden Verlaufes."

Aus diesen Untersuchungen ziehen Schiaparelli und Pini das Resultat, dass bis jetzt noch wenig Aussicht vorhanden ist, für die Praxis wirklich brauchbare Gewitterprognosen zu geben.

V. Die Anwendung localer Beobachtungen auf die Wetterprognosen.

Aus den vorhergehenden Darlegungen ist es zur Genüge klar, dass der Witterungscharakter in unseren Gegenden und seine mannigfachen Aenderungen durch die allgemeine Wetterlage und ihre Umwandlungen bedingt wird, und im Allgemeinen nicht durch örtliche Einflüsse. Indessen werden diese Localeinflüsse noch immer häufig als so gross hervorgehoben, dass sie die Aufstellung von Wetterprognosen für ein grösseres Gebiet erschweren, ja sogar unmöglich machen sollen. Worin eigentlich diese Localeinflüsse bestehen, wird in der Regel ganz mit Stillschweigen übergangen oder nicht mit genügender Klarheit entwickelt. Die einzigen Local-

einflüsse von erheblicher Bedeutung, welche mir bekannt sind und die bei der Prognose berücksichtigt werden können, werden hervorgerufen durch die Meeresnähe und durch mächtige und hohe Gebirgszüge, wie sie etwa die Alpenkette darstellt, alle übrigen Eigenthümlichkeiten der Erdoberfläche, wie z. B. isolirte Berge oder Gebirgszüge von geringerer Höhe, Thäler, Seen, Wälder etc. können den allgemeinen Gang der atmosphärischen Bewegungen nicht ändern und den allgemeinen Witterungscharakter nicht erheblich modificiren, höchstens sind sie nach den Erfahrungen, welche Billwiller für die Schweiz gemacht hat, im Stande, quantitative Differenzen in Temperatur- und Niederschlagsverhältnissen und ganz geringfügige örtliche Differenzen im Witterungscharakter herbeizuführen. „Als Beispiel mag hier angeführt werden, bemerkt Billwiller[182]), dass im centralen Theil eines barometrischen Maximums, in welchem die Luft eine absteigende Bewegung hat, in der wärmeren Jahreszeit der Himmel überall hell und das Wetter warm und trocken ist. Nirgends treten bei einer solchen Situation auch nur kleinere locale Gewitter auf, welche unter anderen Verhältnissen in Gebirgen sich so leicht einstellen. Hier erweisen sich also die Modificatoren zweiter Ordnung (die oben in zweiter Linie genannten) ohne Einfluss. Sind jedoch, was jedoch nicht sehr häufig der Fall ist, über dem betreffenden Gebiet und dessen Umgebung keine vorherrschenden atmosphärischen Strömungen vorhanden, so machen sich allerdings auch die klimatischen Modificatoren zweiter Ordnung geltend. Der Witterungscharakter ist dann überhaupt ein unsicherer und schwankender und es können hierbei geringe Temperaturdifferenzen benachbarter Ortschaften in Folge verschiedener Insolationsverhältnisse leicht Luftströmungen und Condensationen des Wasserdampfes bewirken, die den Witterungscharakter zeitlich und örtlich sehr veränderlich gestalten. Bei solchen Situationen kann aber auch eine Prognose nichts weiter als den schwankenden Zustand der Atmosphäre, sowie die Neigung zu localen Niederschlägen signalisiren. Eine reine Unmöglichkeit wäre es, genau zu bestimmen, wo und wann letztere eintreten oder wie viele Regenschauer während des Tages an den einzelnen Ortschaften zu gewärtigen sind und welche Richtung und Intensität sie haben. Die Lösung dieses Problems erheischte eine immense Zahl von Daten über die meteorologischen Elemente in kurzen räumlichen und zeitlichen Intervallen, deren Verwerthung übrigens die Physik und die mathematische Analyse uns noch zu lehren hätten. Die oft ausgesprochene Ansicht, dass

hier ein erfahrener, praktischer Witterungsbeobachter mit Erfolg in die Lücke eintreten könnte, scheint uns durchaus unhaltbar. Wir möchten wissen, auf was für Anhaltspunkte gestützt, ein solcher schon am Vorabend bestimmen sollte, zu welcher Stunde des nächsten Tages sich ein lokales Gewitter erheben, wie stark der Niederschlag, wie lange Sonnenschein sein werde etc. Die sogenannten localen Wetteranzeigen sagen in solchen Fällen hierüber durchaus nichts Bestimmtes, sondern können auch nur den schwankenden Witterungscharakter constatiren."

Indem Billwiller die Prüfungsresultate der Prognosen für 1880 für Zürich, Reiden (Canton Luzern), Frauenfeld und Ebnat (beide im Canton St. Gallen) zusammenstellt, findet er, dass die günstigen und ungünstigen Prognosen an allen 4 Stationen fast immer auf dieselben Tage fallen, ein offenbarer Beweis dafür, dass die sogenannten Localeinflüsse den allgemeinen Witterungscharakter nicht erheblich alteriren können.

Mit den allgemeinen atmosphärischen Bewegungen stehen auch die localen Anzeichen, welche durch die Aenderung der meteorologischen Elemente, des Luftdrucks, der Temperatur, der Feuchtigkeit, der Windverhältnisse, des Wolkenhimmels gegeben sind, in innigstem Verhältnisse und sind unabhängig von Localeinflüssen, und hieraus folgt die Nothwendigkeit, dass man die allgemeine Wetterlage kennen muss, um die Aenderungen der meteorologischen Elemente verstehen zu können, die sich an irgend einem Orte vollziehen. Hiernach beruht also die Behauptung, dass es einem isolirten Beobachter möglich sei, nur auf Grund seiner Ortsinstrumente und der Himmelschau, ebenso gut oder gar besser Prognosen für seinen Ort aufstellen könne, als die mit allen Hilfsmitteln der Wettertelegraphie ausgerüstete Centralstelle, auf Irrthum und Selbsttäuschung.

Andererseits sind die localen Beobachtungen der Aenderungen der meteorologischen Elemente in Anlehnung an die allgemeine Wetterlage für die Wetterprognose von hoher Bedeutung und kann hierdurch die Brauchbarkeit derselben erheblich erhöht werden. Meiner Ansicht nach besteht aber der Werth der Anwendung dieser localen Anzeichen auf die Prognose insbesondere darin, dass wir unter dem frischen Eindrucke der Witterungserscheinungen die Aenderungstendenzen am Orte intensiver verfolgen und ein gegründetes Urtheil darüber gewinnen können, in welcher Weise sich die Veränderungen der allgemeinen Wetterlage für die betreffende Gegend vollziehen werden.

Von diesen Gesichtspunkten ausgehend, war die Seewarte stets bemüht, die Wirksamkeit des praktischen Witterungsdienstes durch die Einrichtung einer Anzahl passend vertheilter Localcentren zu erhöhen.

Nachdem schon im Jahre 1876 die Bildung von Localcentren höheren Orts ohne unmittelbaren Erfolg angeregt war, kam dieselbe auf der am 12. und 13. September 1878 bei Gelegenheit der Naturforscherversammlung in Cassel einberufenen Conferenz von Fachmeteorologen, Land- und Forstwirthen und Vertretern der Presse nochmals zur Sprache. In dem dort aufgestellten Programm [183]) heisst es unter Anderem:

„Zur Durchführung einer praktischen Wetterprognose haben von der Seewarte, welche Centralstelle für die Wettertelegraphie des Deutschen Reiches ist und als Centralstelle für den landwirthschaftlichen meteorologischen Dienst erachtet werden muss, Mittheilungen über die allgemeinen Witterungsverhältnisse in Centraleuropa, die unter Zuhilfenahme von Berichten mehr localer Natur und von Localindicien zur Basis für eine Wetterprognose dienen und eine allgemeine Wetterprognose alltäglich, also auch an Sonn- und Feiertagen, an die Localcentren zu gehen.

Anzahl und Auswahl der Localcentren zu bestimmen, ist gegenwärtig noch nicht möglich, es muss dieses vielmehr Sache besonderer, auf noch anzustellenden Erhebungen gegründeter Vorschläge sein: nur lässt sich soviel hierüber bestimmen, dass sich die betreffenden Einrichtungen zweckmässig an die bereits bestehenden Institutionen anlehnen sollten: Vororte landwirthschaftlicher Distriktsvereine (oder demselben analoge Einrichtungen) eignen sich vorzugsweise für Localcentren zur Verbreitung von Witterungsnachrichten.

Damit ein Ort für die Wahl als Localcentrum geeignet sei, muss derselbe an einer Telegraphenleitung und Eisenbahn liegen, sowie die Möglichkeit bieten, lithographisch oder anders drucken zu lassen, eine Person aufzubieten vermögen, welche die erforderliche Fertigkeit besitzt, die Mittheilungen der Seewarte zu entziffern und in eine für das Publikum verständliche Form zu bringen und die Kenntniss zur Ausübung der localen Wetterprognose."

Später im Jahre 1880 wurde auf der Conferenz der Vorstände deutscher meteorologischer Centralstellen der Beschluss gefasst [184]), dass Wetterprognosen, wo immer möglich, nur im Zusammenhange mit vollständigen Berichten über Witterungsthatbestände veröffentlicht würden und zwar aus dem Grunde, damit das Publikum die

nothwendig allgemein gehaltene Prognose nicht als ein Orakelspruch blindlings hinnehmen solle, und ihm Gelegenheit gegeben werde, sich selbst über die Grundlage der Prognose ein Urtheil zu bilden und dieselbe nach den localen Beobachtungen zu modificiren nöthigenfalls in der Lage sei [185]). Ferner trat die Conferenz der Auffassung, dass jede Beobachtungsstation berufen sei, Witterungsaussichten selbstständig zu stellen, auf das Entschiedenste entgegen, nur von den Localcentren, welche im Besitze eines hinreichenden Materials seien, sei das Aufstellen von Prognosen gerechtfertigt.

Den staatlichen Einrichtungen entsprechend, war es der Seewarte nur möglich, anregend, aber nicht entscheidend hier einzugreifen, und wenn auch eine rationelle Einrichtung von Localcentren stets als die wesentlichste Bedingung für den erspriesslichen Erfolg der Wetterprognose angesehen wurde, so musste sich die Seewarte damit begnügen, überall dort, wo kein meteorologischer Dienst organisirt war, allgemeine Prognosen gleichzeitig mit Witterungsthatbeständen, sowie die allgemein gehaltenen Witterungsaussichten der täglichen autographirten Wetterberichte zu versenden, die Verwerthung dieser Mittheilungen dem Publikum überlassend. Allein „einmal die Unmöglichkeit, eine Controlle über die Verbreitung solcher Prognosen ohne stramme, über das Gebiet des Deutschen Reiches sich erstreckende Organisation üben zu können, sowie andererseits die von Anfang an betonte Nothwendigkeit der Localisirung einer wirksamen Wetterprognose, welcher man mangelnder Organe wegen nicht gerecht werden konnte, sowie endlich auch die vielgestaltige höchst schwerfällige, der Seewarte allein zufallende Rechnungslegung über den Betrieb des fraglichen Prognosendienstes liessen der Direction die Einstellung der Wetterprognose an die Presse als unabwendbar erscheinen. Einem diesbezüglichen Antrage der Direction an den Chef der Admiralität wurde denn auch Folge gegeben und höheren Orts verfügt, dass der besagte Dienst eingestellt werden solle. Die hohe Verfügung hatte weder eine Einwirkung auf den Erlass und die Veröffentlichung täglicher Wetterprognosen in den autographirten Wetterbulletins der Seewarte, noch auch auf das Sturmwarnungswesen“ [186]). —

Wenn ich auch nicht der Ansicht bin, dass jeder sein eigener Wetterprophet sein soll, so glaube ich doch, dass jeder sich bestreben sollte, sich ein eigenes Urtheil über eine Sache zu verschaffen, die seinen Interessen so ausserordentlich nahe liegt und daher wollen wir versuchen, den Weg anzugeben, auf welchem man

nach Maassgabe des vorhandenen Materials zu einer richtigen Beurtheilung der Aenderung der Wetterlage aus localen Anzeichen kommen kann. Ich setze hierbei ausdrücklich voraus, dass man aus den Wetterberichten oder den Wetterkarten der Zeitungen oder sonstigen Wetterkarten die allgemeine Wetterlage über Westeuropa kennt und die Aenderungen Tag für Tag verfolgt. Nebenbei werde ich auch noch einige Gegenstände besprechen, welche als Hilfsmittel der localen Wetterprognose angesehen und als solche verwendet werden.

Ueber die Aenderungen des Luftdrucks, der Temperatur und des Wetters überhaupt bei Annäherung, beim und nach Vorübergang einer Cyclone wurde in den vorigen Capiteln ausführlich gesprochen, es wird daher genügen, nur noch einige Punkte hier speciell hervorzuheben, die besonders wichtig sind, oder die noch einer eingehenderen Erörterung bedürfen.

Was zunächst den Luftdruck betrifft, so ist nicht so sehr auf den eigentlichen Stand des Barometers zu sehen, wie es früher allgemein geschah (daher die wetterprophetischen Skalen)*), sondern mehr auf das Steigen und Fallen desselben; wenn wir dann die durch die Wetterkarten gegebene allgemeine Wetterlage zu Rathe ziehen, dann wird das Barometer ein eigentliches „Wetterglas" und ein mehr zuverlässiger Rathgeber. Die Regel, dass bei niedrigem Barometerstande das Wetter schlecht und oft unruhig, bei hohem schön und ruhig ist, ist allerdings im Allgemeinen richtig (vgl. I. Theil dieses Handbuches pag. 269), erleidet aber in einzelnen Fällen mannigfache Ausnahmen, zu deren Verständniss die Wetterkarten den Schlüssel bieten.

Wenn man gleichzeitig mit den Aenderungen des Barometers diejenige des Windes am Orte beobachtet und mit einander vergleicht, so kann über die Aenderungen meistens kein Zweifel sein, welche sich in der Wetterlage vollziehen. Ein ganz besonderes Augenmerk ist dabei auf das Auftreten und die Entwickelung der Theildepressionen zu legen, die sich besonders gerne im Süden der britischen Inseln und über der Nordsee auf der Südseite von Hauptdepressionen auszubilden pflegen; man erkennt ihre Annäherung

* Es erscheint empfehlenswerth und mehr dem Stand der jetzigen Zeit entsprechend, die landläufigen Barometerskalen mit den Wetteranzeichen aufzugeben und dafür (neben der Millimetertheilung) den mittleren Stand deutlich zu markiren, damit man sofort ablesen kann, wie viel Millimeter das Barometer über dem Mittel oder unter demselben steht.

hauptsächlich an dem Verhalten der Windfahne, deren Bewegung dann nicht der Hauptdepression folgt. Diese Theildepressionen, welche bis jetzt leider noch nicht genügend studirt sind, sind für die Wetterprognosen am meisten störend und tragen wesentlich dazu bei, die Unsicherheit derselben zu erhöhen, indem sie rasche und tiefgreifende Witterungsänderungen hervorrufen, die uns sehr oft unvermuthet überraschen.

Auf einen Fall möchte ich noch ganz besonders aufmerksam machen, welcher sehr häufig vorkommt. Geht bei uns eine Depression vorüber, und wird durch die Aenderungen von Wind und Luftdruck in Irland das Herannahen einer neuen Depression signalisirt, so ist wahrscheinlich, dass eine Zone relativ hohen Luftdruckes über uns weggehen wird und wir haben dann zunächst aufklarendes Wetter mit abnehmenden Winden zu erwarten. Indessen ist dieser Zustand nur ein vorübergehender, der Gang des Barometers und der Windfahne (neben der Windstärke) giebt uns Anhaltspunkte über die Dauer desselben.

Bei der Aufstellung der Prognosen auf Lufttemperatur sind zunächst die Bewölkungsverhältnisse zu berücksichtigen. Da in der wärmeren Jahreszeit die Einstrahlung, in der kälteren die Ausstrahlung überwiegt, so wird der grösseren Wärme in der ersteren die geringere Bewölkung, in der letzteren die grössere Bewölkung entsprechen, so dass also der Depression im Winter mildes, im Sommer kühles und der Anticyclone im Winter kaltes und im Sommer warmes Wetter im Allgemeinen entspricht. Ebenso ist aus bereits oben entwickelten Gründen nicht die Windrichtung an und für sich, sondern der Ursprung der Winde zu beachten, insbesondere in der kälteren Jahreszeit und bei lebhafter Luftströmung, indem derselbe Wind je nach seinem Ursprung ganz verschiedene Eigenschaften haben kann. Aus der Berücksichtigung dieser beiden Punkte erhalten wir wieder wichtige Anhaltspunkte für die locale Wetterprognose, die Beschaffenheit der Winde am Beobachtungsorte geben uns Aufschluss über den Witterungscharakter der Gegend, aus welcher sie gekommen sind, ob sie der Rückseite einer Depression entstammen, oder ob ihre Ursprungsstätte im Bereiche einer neuen Depression liegt, die jetzt herannaht.

Eine Art Localprognose, welche, auf streng wissenschaftlicher Grundlage beruhend, für die Praxis durchaus verwerthbar ist und bei deren Aufstellung in den allermeisten Fällen das wettertelegraphische Material ganz entbehrt werden kann, will ich hier ganz

besonders hervorheben, um so mehr, als hierbei nur sehr einfache und wenig kostspielige Instrumente zur Verwendung kommen, und die Beobachtungen leicht angestellt werden können, ich meine die Prognose auf Nachtfrost[187]).

Es ist bekannt, dass die Thaubildung der Abkühlung entgegenwirkt, so dass die Abkühlung der Luft dann mehr oder weniger aufhört, sobald der Thaupunkt eingetreten ist, d. h. die Temperatur, bei welcher die Luft sich im Zustande vollkommener Sättigung befindet. Jede weitere Abkühlung bewirkt Condensation des Wasserdampfes und damit frei werdende Wärme. Liegt daher bei ruhigem klarem Wetter am Abend (etwa nach Sonnenuntergang) der Thaupunkt der Luft einige Grade über dem Gefrierpunkte, so ist Nachtfrost nicht zu befürchten, dagegen wohl, wenn derselbe unter dem Gefrierpunkte sich befindet.

Es ist also in einem gegebenen Falle nur nöthig, nach Sonnenuntergang den Thaupunkt zu bestimmen, um sofort entscheiden zu können, ob Nachtfrost zu befürchten ist oder nicht.

Die Instrumente, deren man sich zu dieser Bestimmung bedient, sind das Psychrometer oder das Hygrometer, deren Einrichtung hier als bekannt vorausgesetzt wird; eine einfache Rechnung oder eine ein für allemal fertig gestellte Tabelle giebt dann den Thaupunkt. Die Hygrometer*) bedürfen indessen stets der Controlle und der Justirung, daher dürfte für weniger Geübte das Psychrometer vielleicht vorzuziehen sein.

Wir geben im Folgenden eine graphische Darstellung nach Lang, wonach es möglich ist, die Lage des Thaupunktes zu bestimmen, wenn die Differenzen des trockenen und feuchten Thermometers (des Psychrometers), oder die Hygrometerstände (relative Feuchtigkeit in Procenten) gegeben sind (siehe Fig. 60).

Die Temperaturen des trockenen Thermometers sind als Abcissen (wagerecht) aufgetragen, die Psychrometerdifferenzen als Ordinaten (senkrecht). Die scharf ausgezogene Linie (aa) entspricht dem Thaupunkte 0°, die punktirte Curve (bb) bezeichnet die relative Feuchtigkeit bei gleichem Thaupunkte. Zwei Beispiele werden das Verfahren bei Bestimmung des Thaupunktes sofort klar machen:

1) Bei einer Psychrometerbeobachtung sei:

---

*) Wir empfehlen die Hygrometer von Koppe, zu beziehen durch Hottinger u. Co. in Zürich. Preis 32 Mark.

die Temperatur des trockenen Thermometers + 8,6°,
" " " feuchten " + 5,9°,
daher die Psychrometerdifferenz 2,7°.

Man markirt auf der wagerechten unteren Linie den Punkt 8,6°, auf der senkrechten rechts denjenigen 2,7°, fällt Senkrechte und erhält den Durchschnittspunkt 0 (siehe Figur), dieser liegt unter

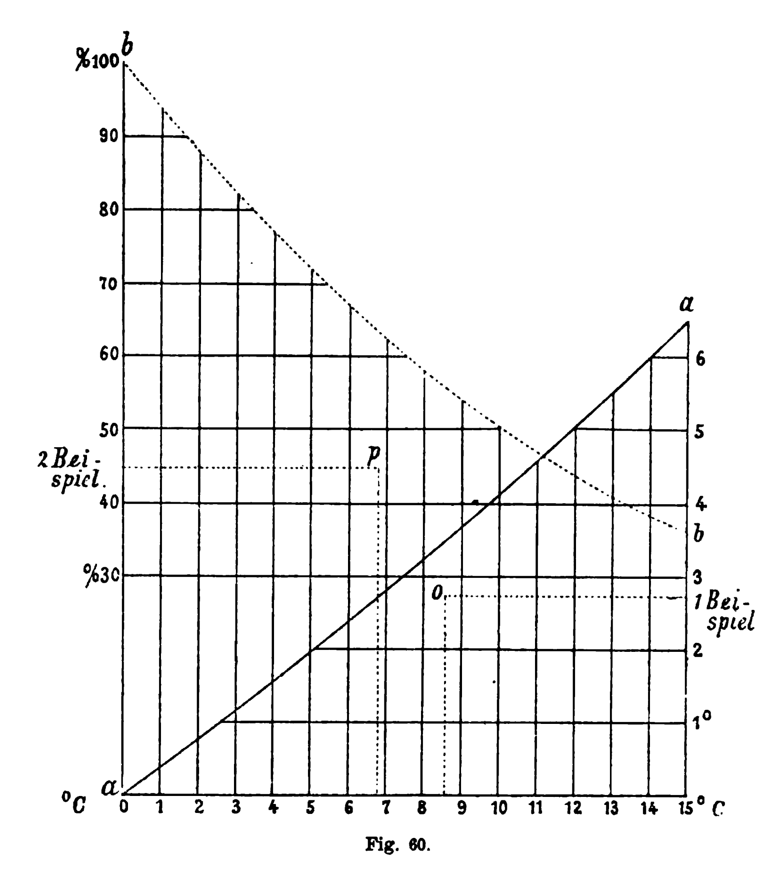


Fig. 60.

der Linie, und also steht Nachtfrost nicht in Aussicht, und zwar um so weniger, je tiefer dieser Punkt unter der Linie sich befindet.

2) An einem gut justirten Hygrometer beobachte man 45% relative Feuchtigkeit, während die Temperatur in der freien Luft 6,8° beträgt, man findet dann nach der Figur den Punkt p, welcher unter der punktirten Linie bb liegt und in diesem Falle ist Nachtfrost wahrscheinlich, während derselbe nicht zu erwarten ist, sobald p über der Linie bb zu liegen kommt.

Für die Localprognose auf Regen wird von verschiedenen Seiten das Spektroskop anempfohlen [188]). Schon frühzeitig war auf die Bedeutung des Spektroskopes für die Vorhersage des Wetters hingewiesen worden, hauptsächlich aber war es Piazzi Smyth, welcher diesem Instrumente bei den Beobachtern eine grössere Verbreitung gab. Einige Linien unseres Sonnenspektrums nämlich treten kräftiger hervor, wenn in unserer Atmosphäre die Wasserdampfmenge zunimmt und treten mit abnehmendem Wasserdampf zurück. Die für unsere Zwecke am wichtigsten Linien, die sogenannten „Regenbänder" liegen zwischen dem Ende des Roth bis zum Anfang des Grün, zwischen B und D (siehe Figur 61).

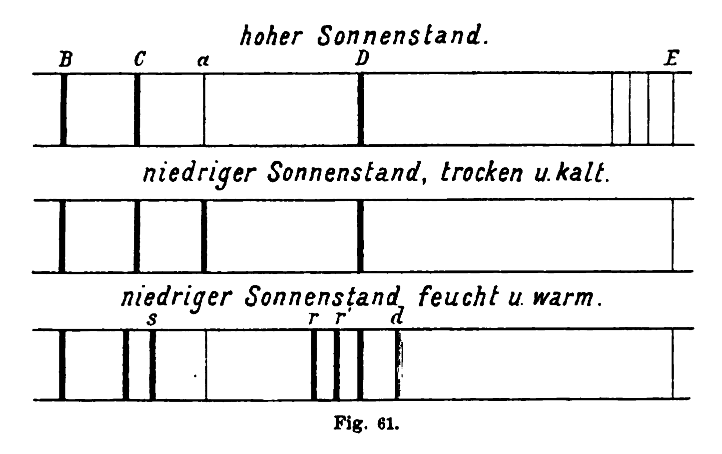


Fig. 61.

Bei feuchtem Wetter befindet sich jenseits C eine stark hervortretende dunkle Linie s und ein doppeltes Band rr^1 (das Hauptband) und endlich jenseits D der breite Streifen d.

Ein Vergleich der gewöhnlichen meteorologischen Feuchtigkeitsbeobachtungen mit den spektroskopischen Beobachtungen des Regenbandes (rr^1) zeigte nach Smyth: 1) dass im Allgemeinen die Intensität des Regenbandes im Spektrum des zerstreuten Lichtes der Feuchtigkeit proportional wächst; 2) dass daher in warmen Gegenden, wo grössere Feuchtigkeitsmengen vorhanden sind, das Regenband viel ausgeprägter zu beobachten ist; 3) dass die spektroskopische Beurtheilung des Feuchtigkeitsgehalts vielfach allein Aufschluss giebt über den wahren Feuchtigkeitszustand der Luft, da das Licht, welches im Spektroskop analysirt wird, die ganze Luftsäule durchdringt, während das Psychrometer nur eine sehr beschränkte Umgebung beherrscht; 4) dass allerdings in kalten Gegenden oder in

kalter Jahreszeit, wo die Luft sehr wasserdampfarm ist, das Regenband wenig hervortritt.

Obwohl nach Smyth die wahrnehmbare Intensität des Regenbandes für jedes Instrument eine andere sein wird, je nach seinem Zerstreuungsvermögen, und dieselbe auch für verschiedene Gegenden innerhalb verschiedener Grenzen schwankt, so dass sich jeder Beobachter für sein Instrument einüben und die Beobachtungen mit Rücksicht auf seine Gegend beurtheilen muss, so giebt es doch eine entscheidende Stärke, die von Jedem mit jedem Instrumente überall erkennbar ist, und welcher jedesmal binnen wenigen Stunden der Regen folgt, zuweilen ein wolkenbruchartiger Regen, wenn nämlich das Regenband, man möchte sagen, mit „schreckenerregender Intensität" auftritt.

Smyth macht den Vorschlag, die spektroskopischen Beobachtungen den täglichen Aufzeichnungen beizugeben.

Die später gemachten Erfahrungen von Rand Capron, Winslow Upton und Klein stimmen mit denjenigen von Smyth überein, so dass diese das Spektroskop für ein Instrument halten, welches in der wärmeren Jahreszeit mit lohnendem Erfolge für die Regenprognose (insbesondere auf kürzere Zeit) verwendet werden kann.

Während des vorigen Sommers habe ich sehr fleissig das Spektroskop benutzt, muss aber gestehen, dass ich zu keinem befriedigenden Resultate gekommen bin. Diese Zeit ist allerdings viel zu kurz, um sich ein endgültiges Urtheil über die Brauchbarkeit dieses Instrumentes zu verschaffen, genügt aber immerhin die sanguinischen Hoffnungen, welche man an die spektroskopischen Beobachtungen knüpfte, erheblich herabzustimmen. Indessen erscheint es jedenfalls erwünscht, an verschiedenen Orten nach einheitlicher rationeller Methode längere Zeit Beobachtungen anzustellen, um auch quantitativ den Werth des Spektroskops für die Wetterprognose feststellen zu können.

Ein anderes Hilfsmittel zur localen Vorhersage von Regenwetter glaubte man in dem Funkeln (Scintillation) der Sterne zu finden, eine Ansicht, deren Richtigkeit durch die Untersuchung ebenfalls noch nicht genügend entschieden ist[189]). Das Bild eines Sternes beschreibt im „Scintillometer", einem Fernrohre, vor dessen Ocular eine schwache Hohllinse angebracht ist, die in rasche Rotation versetzt werden kann, einen Kreis, und, wenn jener funkelt (glitzert), zerfällt dieser in Kreisbogen, die in lebhaft gefärbten Regenbogenfarben glänzen. Montigny, welcher der Beziehung zwischen

dem Funkeln der Sterne und den Witterungsänderungen viele Jahre lang seine Aufmerksamkeit zugewendet hat, kam aus 1820 an 230 Tagen angestellten Beobachtungen zu folgendem Hauptresultate: „die Intensität der Scintillation wächst stets mit dem Eintritte oder dem Herannahen von Regenwetter und mit der Zunahme des Dunstdruckes einerseits und der Zunahme des Luftdruckes und der Temperatur andererseits. Der Einfluss der zwei zuerst erwähnten Factoren ist mehr fühlbar, als der combinirte Effect der zwei letzteren. Das Funkeln der Sterne ist im Winter durchschnittlich stärker als im Sommer und wächst zu allen Jahreszeiten mit dem Eintritt der feuchten Witterung. Die Scintillation nimmt zu nicht allein an den Regentagen selbst, sondern schon ein bis zwei Tage früher, und nimmt unmittelbar nach dem Aufhören des Regens wieder ab. Ausserdem wächst die Intensität des Funkelns während heftiger Winde und beim Herannahen einer Barometerdepression, sie erreicht ihr Maximum, wenn die Depression die Nähe des Beobachters passirt. Sie überschreitet dann reichlich den mittleren Werth, den sie an Regentagen erreicht, und der Einfluss der grossen Bewegungen in der Atmosphäre übertrifft dann weitaus den entgegengesetzten Einfluss der Erniedrigung des Luftdruckes.“

Später constatirte Montigny, dass beim Vorherrschen der blauen Farbe im Scintillometer Regen zu erwarten ist, wenn derselbe schon bereits nicht gekommen ist, und dass dieser um so ergiebiger und anhaltender auftritt, je reichlicher und markirter die blaue Farbe hervortritt. Im Jahre 1883 und 1884 fand Montigny, dass die blaue Farbe weniger häufig ausgesprochen sei, und gründete hierauf die Behauptung, dass die Wassermenge in den oberen Luftschichten geringer sein müsse, als in den früheren Jahren, und stellte desshalb die Prognose auf, dass in dem laufenden Jahre der Regen weniger ergiebig und weniger häufig fallen würde, als dieses durchschnittlich der Fall sei.

Montigny findet den Grund dieser Erscheinung darin, dass Licht, welches durch Wasser hindurch gegangen ist, blau erscheint, so dass also von den Sternen kommende Lichtstrahlen um so mehr blau aussehen, je mehr Wasser sie auf ihrem Wege antreffen.

Auch die Durchsichtigkeit (Sichtigkeit) der Luft hat man für die Regenprognose zu Hilfe genommen. Ralph Abercromby fand die Ansicht, dass grosse Durchsichtigkeit der Luft als Vorbote andauernden Regens gelte, wenigstens für England durch seine Beobachtungen bestätigt [190]).

In Upsala wurden von Hamberg[191]) Beobachtungen über die Durchsichtigkeit der Luft gemacht, indem die Deutlichkeit von 10—15^{km} entfernt liegenden Gegenständen geschätzt wurde. Als Beziehung zwischen der Durchsichtigkeit der Luft (0 = ausserordentlich durchsichtig, 5 = äusserst getrübt durch Nebel oder Höhenrauch) und der Menge und Frequenz des Regens erhielt Hamberg aus den Beobachtungen von 1874—1877:

Grade der Durchsichtigkeit		0	1	2	3	4	5
Mittlere Niederschlagsmenge	mm	0,35	0,49	0,62	1,05	1,43	2,30
Anzahl der Tage mit Niederschlag	%	17	21	28	35	47	70

Hiernach wächst also die Regenwahrscheinlichkeit und die Regenmenge mit der Trübung; indessen gilt dieses nicht in gleichem Maasse für die einzelnen Monate, wie nachstehende Tabelle zeigt:

	Mittl. Regenm. pro Tag		Tage mit Niederschl. %			Mittl. Regenm. pro Tag		Tage mit Niederschl. %	
	Grad 0—2	Grad 3—4	Grad 0—2	Grad 3—4		Grad 0—2	Grad 0—4	Grad 0—2	Grad 3—4
Jan.	0,61	0,65	35	27	Juli	0,88	1,14	31	36
Febr.	0,09	0,69	10	30	Aug.	0,99	2,40	34	47
März	0,25	1,45	14	52	Sept.	0,63	2,21	24	62
April	0,45	0,52	17	27	Oct.	0,30	1,06	17	50
Mai	0,57	0,96	25	36	Nov.	0,45	0,96	28	38
Juni	0,70	1,14	20	22	Dec.	0,30	0,85	33	40

Jenes Verhältniss tritt also nur in den Monaten Februar, März, September und October ganz entschieden hervor.

Wir haben diese Untersuchungsresultate nur der Vollständigkeit wegen hier angeführt und überlassen es dem Leser, die Anwendbarkeit derselben auf die Wetterprognose selbst zu prüfen.

Viel mehr, als die vorher besprochenen Hilfsmittel der Localprognose, bietet die aufmerksame Beobachtung der Vorgänge am Wolkenhimmel, welche uns Aufschluss geben über die Erscheinungen, welche sich über uns abspielen und die nicht selten wichtige Zeichen für die kommende Witterung abgeben. Daher erscheint es lohnend, etwas ausführlich diese Beziehungen zu besprechen und zwar wird es sich empfehlen, zunächst den Ausführungen des bedeutendsten Wolkenkenners, Clement Ley[192]) hier der Hauptsache nach zu folgen, die allerdings speciell für die britischen Inseln ausgesprochen sind, aber mit geringen Modificationen auch für unsere Gegenden sich verallgemeinern lassen.

Ueber die verschiedenen Formen und über das allgemeine Verhalten, sowie über den Zug der Wolken ist oben ziemlich eingehend gesprochen worden, wir haben uns hier nur noch mit der Bedeutung der Wolken für die Wetterprognose zu beschäftigen.

Wenn ein Cyclonencentrum direkt auf uns zukommt, erscheint gewöhnlich am heiteren Himmel ein Cirrusstreifen häufig schon dann, wenn die Bewegung des Barometers noch keine heranrückende Störung vermuthen lässt. Diese feinen Cirrusfäden werden nach Ley durch elektrische Abstossung auseinandergehalten, indem dieselben wie horizontale Elektricitätsleiter wirken. Bei weiterer Entwickelung werden die Fäden immer dichter und nehmen nach und nach eine Gestalt an, die immer weniger erkennbar ist, den Himmel mit einem dichten Vorhange überziehend und die Höfe um Sonne und Mond erzeugend. In einem anderen Falle überzieht sich der Himmel langsam mit einem ausserordentlich feinen Schleier, welcher schon vom Anfange an eine Struktur nicht erkennen lässt.

Bei weiterem Vorrücken der Wolkenbank erscheint die untere Fläche niederer, es treten untere Wolken auf, während jetzt auch das Barometer zu fallen beginnt, ein Zeichen, dass die Cyclone in unsere Witterungszustände bereits eingegriffen hat. Immer dichter wird die Wolkenmasse, die den Himmel einförmig umhüllt, Niederschläge treten ein und der Wind fängt an aufzufrischen. Ungefähr wenn das Barometer seinen tiefsten Stand erreicht hat, tritt Aufklaren ein und wir erhalten Witterungszustände, die von Grund aus von jenen verschieden sind, die wir eben beschrieben haben: der Wind hat einen durchaus böigen Charakter, Sonnenschein wechselt mit Regenschauern, die oberen Wolken ziehen aus derselben Richtung wie der Unterwind, wir befinden uns auf der Rückseite der Cyclone.

In den allermeisten Fällen gehen die Cyclonen im Nordwesten oder im Norden an uns vorüber. Wir erblicken dann die von der Cyclone auslaufenden Cirruswolken zuerst am westlichen oder westnordwestlichen Horizonte, dieselben ziehen zuerst aus einem Punkte, der nach Nordwesten hin liegt, nachher drehen sie nach Westen oder etwas über Westen hinaus zurück, um später wieder aus Westen und Nordwesten zu ziehen. Diese Wolkenbank ist weniger dicht und hat ein weniger wässeriges Aussehen, wenn sie sich weiter entwickelt, als diejenige, welche auf der Bahn des Centrums liegt, und nimmt häufig die Gestalt des Cirrocumulus an. Streift uns die Regenarea, so haben wir eher Regenschauer, als länger anhaltende Regen zu erwarten, das Aufklaren erfolgt allmählicher, überhaupt erfolgen die Witterungsänderungen langsamer, als nahe am Centrum.

Geht die Depression südlich, an uns (ostwärts) vorüber, so erblicken wir zunächst am südwestlichen Horizonte eine Bank von

Cirrostratuswolken, die, aus südlicher bis westsüdwestlicher Richtung ziehend, sich uns nähert. Bei fallendem Barometer und nordöstlichem Winde überzieht sich dann der Himmel gewöhnlich mit unteren Wolken, die die oberen in der Regel unserer Wahrnehmung entziehen; wenn wir diese dennoch erblicken, so werden wir meistens ein Zurückdrehen derselben nach Südost bemerken. Der Regen ist andauernd, kalt und dicht. Nach Vorübergang der Cyclone erfolgt das Aufklaren langsam, es zeigen sich dunstige Luft und Wolkenschleier, die nur nach und nach sich lösen.

Eine sehr rasche Entwickelung der Cumuluswolken nach aufwärts, während die Aussenlinien markirt sind, gilt nach Cl. Ley für ein schlimmes Zeichen, insbesondere wenn die oberen Partieen in rascher Bewegung und Umwandlung begriffen sind. Befinden sich unter ihnen noch eine Menge loser Schichtwolken, die sie nach und nach in sich aufnehmen oder abstossen, so ist vor Abend Regenwetter zu erwarten. Dagegen ist trockenes Wetter wahrscheinlich beim umgekehrten Falle, wenn die Cumuluswolken unter den Stratuswolken liegen und sich mit ihnen zu verschmelzen scheinen, insbesondere dann, wenn jene einen verwaschenen Untergrund haben.

Manchmal, insbesondere im Frühjahre und im südöstlichen Theile einer Anticyclone breitet sich der obere Theil einer Cumuluswolke schirmförmig aus, wodurch dann das Ganze dem Ansehen eines Pilzes nicht unähnlich wird. Obgleich diese Bildungen ein drohendes Aussehen haben, so verursachen sie nach Ley selten oder nie einen Regenschauer.

Eine besondere Art Wolke erwähnt Cl. Ley, die er seinen „Liebling“ nennt und die auch manchmal an unserem Himmel gesehen wird. Es ist eine sehr hohe Stratuswolke, aus deren oberer Fläche zahlreiche Erhöhungen und Thürmchen entspringen (siehe Wolkentafel). Diese Wolkenformen sind desshalb von Interesse und Wichtigkeit, weil sie Vorboten von Gewittern sind, insbesondere dann, wenn sie mit grosser Geschwindigkeit von einem südöstlichen oder südlichen Punkte ziehen, während etwas tiefere Wolken rasch aus Nordost oder Ost sich bewegen.

Ich habe diese Wolken in Hamburg einigemal beobachtet — sehr häufig scheinen sie nicht vorzukommen — und habe die Behauptung Ley's bestätigt gefunden.

Für die Zwecke der Landwirthschaft ist es von hoher Wichtigkeit, einen Zusammenhang zwischen dem Auftreten sowie dem Verhalten der oberen Wolken und dem Beginne des Regens aufzu-

finden. Es liegen mir zwei nach dieser Richtung den Gegenstand behandelnde Arbeiten vor, deren Resultate ich hier mittheilen will.

Aus einjährigen Beobachtungen der oberen Wolken (December 1881 bis Ende November 1882) leitete Böcker[193]) für das nordwestliche Deutschland (Oberhausen a. R.) folgende Zahlenwerthe für die Wahrscheinlichkeit des Eintritts von Niederschlägen nach dem Erscheinen der Cirren ab.

	Dec.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Zus.
Häufigk. d. Cirren	14	10	8	20	21	26	24	24	21	19	25	23	235
„ „ Niederschl.	11	7	6	12	14	16	17	20	18	14	15	18	168
Regenwahrsch. %	79	70	75	60	66	61	70	83	85	73	60	78	72%

Winter 75%, Frühjahr 62%, Sommer 79%, Herbst 70%.

Der Vorsprung der Cirruswolken vor den nachfolgenden Niederschlägen beträgt in Stunden (es sind nur diejenigen Cirren berücksichtigt, welche das Herannahen einer barometrischen Depression zum ersten Male signalisirten, also nicht die eventuellen Wiederholungen am 2. und 3. Tage; als Grenze des Vorsprunges wird eine Zeitdauer von 48 Stunden angenommen):

Cirrus aus	S	SW	W	NW	N	NE	E	SE	nicht ermittelt	Mittel
1881 Dec. .	—	24	9,5	—	17	—	—	—	14,5	18,4
1882 Jan. .	—	28	—	24	—	—	—	—	—	25,2
Febr.	—	27	10	14	—	—	—	—	—	16,2
März .	16	5	—	18	—	—	—	—	—	10,4
April	24	20	7	24	—	—	—	—	—	16,1
Mai .	24	21	—	—	21	—	—	—	—	22,0
Juni .	—	26	15	21	20	—	—	—	10	18,2
Juli .	—	19	14	37	—	48	—	—	8	21,7
Aug. .	—	16	15	25	—	—	—	36	—	20,3
Sept. .	24	24	10	27	22	—	34	17	—	23,3
Oct. .	22	21	24	24	—	—	—	24	—	19,2
Nov. .	—	12	8,5	14	—	—	—	—	8	10,7

Winter 20, Frühjahr 16, Sommer 20,1, Herbst 17,7, Februar 18,5 Stunden.

Vorsprung der Cirren, unter Berücksichtigung der Barometerstände (Jahresmittel).

Barometer über 756 mm	Barometer unter 756 mm
22,3 Stunden	13,7 Stunden.

Aus seiner Untersuchung zieht Böcker folgende Schlussresultate:

„1) Die weitaus meisten Cirruswolken ziehen aus südwestlicher bis nordwestlicher Richtung.

2) Ihre Häufigkeit ist in den Sommermonaten Juni bis August am grössten.

3) Die Wahrscheinlichkeit für den Eintritt von Niederschlägen ist bei den Cirren aus südwestlicher bis nordwestlicher Richtung am grössten, ausserdem aber auch im Sommer, während sie im Frühjahr den kleinsten Betrag nachweist. Im allgemeinen ist unter hundert Fällen 72mal Niederschlag zu erwarten, wenn sich Cirruswolken am Himmel zeigen; ziehen diese aus Südwest, West oder Nordwest und aus zwischen diesen Himmelsrichtungen liegenden Compassstrichen, so tritt in hundert Fällen 80mal Niederschlag ein." —

Indessen ist hierbei zu berücksichtigen, dass hier ein Zeitraum von 48 Stunden in Rechnung gezogen ist. Für das nordwestliche Deutschland beträgt die Regenwahrscheinlichkeit für die folgenden 24 Stunden 47, so dass also in hundert Fällen 47mal der folgende Tag ein Regentag ist. Für den zweitfolgenden Tag bleiben also noch 53 Tage übrig, von welchen $\frac{53 \,.\, 47}{100} = 25$ Tage Regentage sind. Es würden also unter 100 Tagen $47 + 25 = 72$ Tage vorkommen, an welchen es innerhalb des Zeitraums von 48 Stunden regnet. Die obige erstere als allgemeine Durchschnittszahl angegebene Regenwahrscheinlichkeit entspricht mithin dem Zufall, während die letztere den Zufall um 8% übertrifft.

4) Die durchschnittliche Dauer eines Regenwetters erscheint am grössten, wenn die Cirren anfänglich aus Nordwest heranzogen. Hierbei wird man häufig die Beobachtung machen, dass diese nordwestliche Zugrichtung häufig bald in eine westliche oder gar südwestliche übergeht, wie denn überhaupt die Drehung der Zugrichtung, also die Drehung des Windes in grösserer Höhe in dem Sinne Nordwest — West — Südwest — West — Nordwest zu erfolgen scheint, wenn eine Depression nördlich vom Beobachter vorbeizieht (vergl. oben S. 397).

5) Obgleich die Wahrscheinlichkeit für den Eintritt von Niederschlag im Frühjahre geringer ist als im Winter und im Sommer, so tritt alsdann doch der Niederschlag in kürzerer Zeit ein, wenn Cirren sich zeigen. Die oberen Gradienten sind eben wegen der im Frühjahr herrschenden oft grossen Temperaturdifferenzen zwischen Süd und Nord steiler als im Sommer und Winter. Aehnliches gilt für den Herbst.

6) Im Allgemeinen dauert es 18—19 Stunden, bis dem ersten Auftreten der Cirruswolken der Niederschlag folgt.

7) Werden Cirruswolken bei einem Barometerstande constatirt,

der über dem normalen liegt, so lässt der Niederschlag etwas mehr, als anderthalbmal so lange auf sich warten, als wenn Cirruswolken in einem Gebiete niedrigen Luftdruckes auftreten."

Immerhin ist der Zeitraum von einem Jahre viel zu kurz um Mittelwerthe zu erhalten, die auf Genauigkeit Anspruch machen können. Auf einer längeren Beobachtungsreihe beruhen die Untersuchungen, welche von Richter[194]) in Ebersdorf in Schlesien gemacht wurden und auf welche wir hier einen besonderen Werth legen. Aus den Wolkenbeobachtungen von 1878—1883 wurden diejenigen von 3^h a. m. und 2^h p. m., oder, wenn diese fehlten, noch diejenigen von $6—10^h$ a. m. und $0—4^h$ p. m. benutzt. Bei Bestimmung der Regeneintrittszeit ist auch der geringfügigste Niederschlag berücksichtigt worden.

Für die Zugrichtung der oberen Wolken vor dem Regen erhielt Richter folgende Werthe:

Stunden vor dem Regen	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Summe	Mittlere Richtung
49 und mehr	46,0	20,5	24,0	19,5	32,5	66,0	84,5	92,0	385	N 77° W
25 bis 48	22,5	8,5	4,0	13,5	32,5	58,0	88,0	62,0	289	S 86° W
13 „ 24	25,5	6,0	7,0	7,5	25,0	67,0	80,5	46,5	265	S 84° W
7 „ 12	8,5	3,0	8,0	7,5	15,5	58,0	70,5	39,0	210	S 79° W
0 „ 6	21,5	10,5	13,0	26,5	44,5	105,5	108,5	74,0	399	S 74° W
Summe	124,0	48,5	56,0	74,5	150,0	354,5	427,0	313,5	1548	S 84° W

Bei Annäherung des Regens nimmt also die Häufigkeit der nördlichen Zugrichtung der Cirren ab, die der südwestlichen zu. Die resultirende Richtung des Cirruszuges ist im Mittel aus allen Beobachtungen Süd 84° West, ist am meisten von Westen nach Norden geneigt bei trockenem Wetter und dreht um so mehr zurück, je näher der Regen ist.

Die mittlere Regenwahrscheinlichkeit für die folgenden 24 Stunden beträgt in Procenten:

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Mittel
45	40*	50	56	57	65	60	51	56

„Mithin ist das Maximum bei Cirrus aus Südwesten, das Minimum bei Cirrus aus Nordosten. Die mittlere Regenwahrscheinlichkeit (d. i. die Wahrscheinlichkeit, dass der Beobachtung innerhalb 24 Stunden Regen folgt) für alle Cirrusbeobachtungen ist 0,56. Nun ergeben die Aufzeichnungen des Niederschlages zu Ebersdorf, dass in der Zeit von 1878 bis 1883 an 58 pCt. der Tage Niederschlag (Regen, Schnee, Hagel) fiel. Mithin ist die Wahrscheinlichkeit des Regens für die nächsten 24 Stunden bei einer Cirrusbeobachtung geringer, als die durchschnittliche. Dies erklärt sich

dadurch, dass die Cirrusbeobachtungen bei ganz mit unteren Wolken bedecktem Himmel, dem offenbar die grösste Regenwahrscheinlichkeit zukommt, fehlen. Allerdings stehen diesen Fällen die Fälle der geringsten Regenwahrscheinlichkeit, die mit wolkenlosem Himmel, gegenüber. Doch diese sind bei uns ungleich seltener als jene.

Der Cirruszug ist im Winter (October-März) nördlicher als im Sommer (April-September). Denn aus allen hier verwendeten Beobachtungen ergeben sich folgende Werthe der Häufigkeit und mittleren Richtung:

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Summe	Mittlere Richtung
Winter	71,0	24,5	17,0	19,0	41,0	133,0	189,5	148,0	643	N 82° W
Sommer	53,0	24,0	39,0	55,5	109,0	221,5	237,5	165,5	905	S 74° W

Dem entsprechend liegt auch das Maximum der Regenwahrscheinlichkeit im Winter nördlicher als im Sommer. Denn die Werthe derselben sind folgende (Procente):

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Mittel
Winter	44	31	38	21	39	60	62	56	53
Sommer	50	50	55	68	63	68	58	47	58"

Eine weitere Untersuchung über den Zusammenhang der Zugrichtung der Cirren und des Regeneintritts bei den verschiedenen Richtungen des Unterwindes ergab als Regenwahrscheinlichkeit bei den verschiedenen Abweichungen der oberen und unteren Luftströmungen (Procente):

Cirrus-Windr.	—135°	—90°	—45°	0°	45°	90°	135°	180°
Wind N bis E	28	34	50	50	66	51	41	54
„ E „ S	27	20	54	66	65	62	52	41
„ S „ W	38	60	76	68	64	58	57	32
„ W „ N	49	70	75	65	59	45	53	65
Summe	32	55	70	65	62	57	51	49

„Demnach liegt das Maximum überall zwischen — 45° und + 45°, und zwar scheint es bei den östlichen Winden etwas nach rechts, bei den westlichen etwas nach links von der Windrichtung zu treffen. Bei allen Richtungen des Windes, selbst bei der nordöstlichen, ist durchschnittlich die Aussicht auf Regen geringer, wenn die Cirri dem Winde nahezu entgegen ziehen, als wenn die Richtungen nahezu gleich sind. Bei den östlichen Winden haben die Abweichungen des Cirruszuges rechts vom Winde eine grössere Regenwahrscheinlichkeit, als die links vom Winde. Bei den nordwestlichen ist es umgekehrt. Denn die obigen in diesem Sinne vereinfachten Wahrscheinlichkeitswerthe sind:

Wind:	N—E	E—S	S—W	W—N	Summe
Cirrus mit dem Winde (—45° bis 45° Abw.)	55	62	69	66	66
„ rechts vom Winde (45° bis 135°)	53	60	60	52	57
„ gegen den Wind (135° bis —135°)	41	40	42	56	44
„ links vom Winde (—135° bis —45°)	37	34	58	65	52

Die Zusammenstellung des Cirruszuges mit dem Zuge der unteren Wolken lieferte, wie zu erwarten, den obigen ähnliche Resultate. Es wurde erhalten:

Cirrus—Unterer Wolkenzug	—135°	—90°	—45°	0°	45°	90°	135°	180°
Häufigkeit 0—24h vor d. Regen	12,8	28,2	94,8	224,6	148,6	75,8	24,6	17,8
„ überhaupt	34,2	48,1	143,4	326,1	230,4	123,2	43,6	42,6
Mithin Regenwahrscheinl. (%)	37	59	66	63	64	62	57	42

Für je 3 benachbarte Richtungen des unteren Wolkenzuges und die vorstehenden Abweichungen des Cirruszuges ergeben sich folgende Regenwahrscheinlichkeitswerthe (Procente):

Cirrus—Unterer Wolkenzug:	—135°	—90°	—45°	0°	45°	90°	135°	180°
Untere Wolken aus E—E	35	36	54	53	64	57	62	44
„ „ „ E—S	39	24	66	65	59	59	51	30
„ „ „ S—W	62	62	69	73	69	67	53	60
„ „ „ W—N	44	71	68	65	63	45	68	54

Da das Eintreten des Niederschlages von dem Luftdruck einigermassen abhängt, wurde auch zu bestimmen versucht, wie die behandelten Verhältnisse durch die örtlichen Stände und Aenderungen des Barometers modificirt werden. Nimmt man nun alle jene Cirrusbeobachtungen heraus, welche von Barometerständen unter dem Mittel (Mittel = 724,5^{mm} in 424^{m} Seehöhe) begleitet waren, so ergiebt sich Folgendes:

Cirruszug bei niedrigem Barometerstand:

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Summe
Häufigk. 0—24h vor d. Regen	15,0	4,5	12,5	30,5	69,0	195,0	197,0	92,5	616
„ überhaupt	21,5	6,0	16,5	42,5	102,5	260,5	268,5	138,0	856
Regenwahrscheinlichkeit (%)	70	75	76	72	67	75	73	67	72

Mithin scheint bei niedrigem Luftdruck die Richtung des Cirruszuges ohne Einfluss auf die Regenwahrscheinlichkeit zu sein. Letztere ist allerdings bei dieser Situation ziemlich gross. Dies kommt aber auf Rechnung des Luftdrucks. Denn nach den Beobachtungen von 1881—1883 beträgt die Regenwahrscheinlichkeit für Barometerstände unter dem Mittel ohne Rücksicht auf irgend eine andere atmosphärische Erscheinung durchschnittlich schon 0,74, für die Cirrusbeobachtungen bei diesem Luftdruck in derselben Zeit nur 0,71.

Berücksichtigt man die Winkel, um welche die Richtung des Cirruszuges und des Unterwindes von einander abweichen, so erhält man aus dem vorhandenen Material 481 Fälle, in welchen diese Abweichung höchstens 45° betrug (die günstigste für Eintritt des Regens) und das Barometer unter dem Mittelstand. Regen folgte

innerhalb 24 Stunden 367mal. Dies giebt als Regenwahrscheinlichkeit 0,76. Auch hier scheint die Richtung des Cirruszuges keinen Unterschied zu machen. Anders verhält es sich, wenn das Auftreten des Cirrusgewölkes von fallendem Barometer begleitet ist. Denn man erhält folgende Werthe:

Cirruszug bei fallendem Barometer:

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Summe
Häufigk. 0—24h vor d. Regen	24,5	9,5	12,5	19,5	48,5	127,5	159,0	91,0	492
„ überhaupt	49,5	22,0	23,5	33,5	71,0	174,5	220,0	175,0	780
Regenwahrscheinlichkeit (%)	50	43*	53	58	68	73	72	52	63

Hier zeigt sich deutlich, wie oben im Mittel aller Beobachtungen, das Maximum bei Südwest, das Minimum bis Nordwest. Wich der Cirruszug bei abnehmendem Luftdruck höchstens 45° von der Windrichtung ab, dann waren von 372 Fällen 266, also 72% Regen bringend."

Aus diesen Untersuchungen geht hervor, dass die Anwendung der Wolkenbeobachtungen auf die Wetterprognose, ohne Rücksichtnahme auf die allgemeine Wetterlage, keine sehr befriedigende Resultate ergiebt; vielmehr erscheint dieses Hilfsmittel nur dann fruchtbringend, wenn wir es mit den allgemeinen atmosphärischen Bewegungen in Zusammenhang bringen.

VI. Prüfung der Wetterprognosen und Sturmwarnungen und Resultate.

In den von den einzelnen Instituten ausgegebenen Wetterprognosen wird die Fortdauer oder die Aenderung in dem Verhalten der einzelnen meteorologischen Elemente, insbesondere der Windrichtung, Windstärke der Bewölkung, der Niederschläge und der Temperatur mit einem gewissen Grade der Wahrscheinlichkeit des Eintreffens auf Grundlage des gesammten vorliegenden wettertelegraphischen Materials vorher bestimmt. Auf den ersten Blick möchte es einfach erscheinen, den Erfolg oder den Misserfolg der Wetterprognosen festzustellen, indem man ja nur die einzelnen Theile der Prognose mit den nachfolgenden Thatbeständen zu vergleichen braucht, die aus diesen Vergleichen hervorgehenden Ergebnisse nach dem Maasse ihres Eintreffens in eine drei- oder mehrtheilige Skala einordnet (z. B. $+$ = eingetroffen, $\pm$ = theilweise eingetroffen und $-$ = nicht eingetroffen) und hieraus die Procente der Treffer und Nichttreffer

berechnet. Diese Methode der Prognosenprüfung wurde zuerst in Nordamerika angewandt und ging im Jahre 1877, wo sie an der Seewarte eingeführt wurde, auch auf Deutschland über.

Bei näherer Betrachtung und bei Anwendung dieser Prüfungsmethode zeigen sich mehrere Schwierigkeiten, die es uns ausserordentlich erschweren, ein richtiges Urtheil von dem wahren Sachverhalt uns zu verschaffen, selbst dann, wenn die Prognosenprüfung mit strenger Unpartheilichkeit vorgenommen wird. Fast völlig unmöglich erscheint es für die verschiedenen Gebietstheile, für welche Prognosen ausgegeben werden, eine einheitliche Methode zu erzielen, um vergleichbare Zahlen zu erhalten, die uns Anhaltspunkte über die Leistungsfähigkeit der einzelnen Prognosenbezirke, sowie über den wirklichen Werth der sogenannten Localeinflüsse, die in neuester Zeit, wie ich schon oben bemerkte, von einigen Seiten sehr überschätzt werden, geben könnten.

Immerhin können einige Willkürlichkeiten, welche sich bei der Beurtheilung des Erfolges oder Misserfolges zeigen, durch genaue Feststellung der in den Prognosen gebrauchten Ausdrücke entfernt werden, wie es bereits in der oben (Seite 67) angegebenen Weise geschah, allein sich ganz von jeglicher Willkür frei zu machen, dürfte mit ausserordentlichen Schwierigkeiten verknüpft sein.

„In allen Wissenschaften," heisst es in einer Aeusserung der Seewarte [195]), „wo wir natürliche Objekte resp. Vorgänge zu klassificiren haben, kommen wir, da die Natur keine scharfen Grenzen bietet, nicht ohne Willkür durch, und es ist nur die Frage, an welcher Stelle der Untersuchung die unvermeidliche Willkür anzuwenden ist. Bei Gegenständen, denen wir völlig objektiv. und kühl gegenüberstehen können, empfiehlt es sich häufig, dem Urtheile bei der Auswahl der einzelnen Thatsachen Spielraum zu lassen und so, vom Gesammteindrucke geleitet, die charakteristischen Züge deutlicher hervortreten zu lassen, als dies eine vorgefasste strenge Eintheilung derselben nach einseitigen Gesichtspunkten gestatten würde; es ist das der Unterschied der sog. „natürlichen" und „künstlichen" Systeme der Organismen, und auch in der Meteorologie ist die erstere Methode in vielen Fällen der letzteren mit Erfolg vorgezogen worden, z. B. bei der Abgrenzung klimatischer Provinzen, Aufstellung mittlerer Zugstrassen der Depressionen u. s. w. Aber je mehr der Bearbeiter an dem Resultat interessirt ist, je mehr dieses Resultat den Charakter eines Richterspruches über seine eigenen oder anderer Menschen Leistungen erhält, um so nothwendiger wird es, alle Willkür aus der Beurthei-

lung des einzelnen Falles zu verbannen und die letztere ausschliesslich nach festen, vollkommen im Vorhinein begrenzten Normen auszuführen, welche klar ausgesprochen und deren Einfluss auf das Resultat jedem Urtheilsfähigen offen gelegt ist. . . . Will man den Hauptzweck, ein Urtheil über die Güte des angewandten Systems der Prognosen, erreichen, so muss man Nebenzwecke, wie die Auskunft darüber, ob eine bestimmte einzelne Prognose gut war, wenn nöthig, opfern. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass wir eine viel festere Basis unter den Füssen haben, wenn wir uns auf einen bestimmten Termin beziehen, als wenn wir ein Gesammtbild von dem betreffenden Tage zusammenzusetzen suchen. Bei einem solchen Versuch wird gar zu oft durch den Wunsch, eine doch manches Richtige enthaltende Prognose nicht ungerecht streng zu beurtheilen, oder umgekehrt durch den Wunsch, ja nicht zu günstig zu urtheilen, das Ergebniss unabsichtlich nach einer bestimmten Richtung gedrängt. Je einfacher der Weg, auf welchem die Feststellung der Thatbestände geschieht, desto eher ist es möglich, sich von dem Einfluss desselben auf das Resultat Rechenschaft zu geben und constante Fehlerquellen zu vermeiden; die zufälligen Fehler lassen sich dem gegenüber leicht in Kauf nehmen, da sie bei grossen Zahlen verschwinden."

Insbesondere aber hat die bisherige Methode den grossen Nachtheil, dass keinerlei Rücksicht auf den blossen Zufall gelegt wird, und gerade dieser ist es, welcher bei Beurtheilung der Erfolge oder Misserfolge der Wetterprognosen nothwendig in Rechnung gezogen werden muss. Es liegt auf der Hand, dass dieser Zufall nicht durch 50 % Treffer bestimmt wird, wie man zuweilen anzunehmen geneigt ist, sondern dass die Procentzahlen für den Zufall, je nach der Häufigkeit des Vorkommens eines meteorologischen Elementes zwischen sehr weiten Grenzen liegt. Beispielsweise können Prognosen auf Gewitter, deren Procentzahl der Treffer unter 30 liegt, dem Erfolge nach sehr gut sein, dagegen Prognosen auf Windstärke, deren Procentzahl der Treffer sogar 80 übersteigt, schlechter sein, als wenn sie vollständig aus der Luft gegriffen wären, oder z. B. nur den allgemeinen bekannten Charakter der Jahreszeit angeben. Hätten wir an der Seewarte z. B. für den ganzen Sommer 1884 leichte bis mässige Winde prognosticirt, so würden wir nahezu an 100 % Treffer erzielt, und von den 5 gegebenen Prognosen auf frisch oder stark noch 3 falsche vermieden haben. Dagegen trafen für diesen Sommer von den 32 prognosticirten Gewittern 10 oder 31 % ein, während 22 Gewitterprognosen falsch waren, aber trotz-

dem ist der Erfolg der Gewitterprognosen nicht ungünstig zu nennen, da die Procentzahl für den Zufall hier 22% beträgt.

Es fehlte bisher ganz an einer Methode, welche gestattete, einen strengen Beweis darüber zu führen, ob und in wie weit eine Classe von Prognosen auf einer thatsächlichen Grundlage beruht. Das Bedürfniss nach einer rationelleren Methode der Prognosenprüfung ist denn auch an der Seewarte seit Langem empfunden worden. Als vor 2 Jahren die Prognosen des Herrn Dr. Overzier so viel Aufsehen in Deutschland machten und auch die Seewarte in die Lage kam, sich an der Berichtigung der irregeführten öffentlichen Meinung in dieser Angelegenheit zu betheiligen, veranlasste dieser Umstand Köppen zur Auffindung einer neuen Methode zur Prüfung der Wetterprognosen, welche es gestattet, frei von jeder Willkür den Zusammenhang der Prognose mit dem wirklichen Wetter auf unzweifelhafte Weise festzusetzen. Die Grundzüge dieser Methode legte derselbe in einem Vortrage in der ersten allgemeinen Versammlung der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft klar [196]).

Auf Grund öfterer Besprechungen innerhalb der Seewarte wurde zum Zweke der Prognosenprüfung eine Tabelle entworfen, wobei man die Anzahl der Rubriken auf das Nothwendigste zu beschränken, und die Auswahl der Witterungselemente so zu treffen suchte, wie sie sich bei allgemeiner Durchführung und Publication empfehlen würde. Vor allem handelte es sich um eine genaue Begriffsbestimmung der in den Prognosen gegebenen Ausdrücke, und in dieser Beziehung wurden im Allgemeinen die oben (Seite 67) angegebenen, von der Seewarte aufgestellten Definitionen zu Grunde gelegt, zugleich aber darauf gesehen, dass die Elemente in ziemlich gleich stark vertretene Gruppen eingetheilt wurden. Eine solche Prognosenprüfung wurde durchgeführt für das nordwestdeutsche Küstengebiet und den Sommer (Juni, Juli und August) 1884 für Temperatur, Bewölkung, Wind und Hydrometeore, und für den Sommer 1883 für Temperatur. Indem ich darauf verzichte, die vollständigen Tabellen, wie sie in der „Meteorologischen Zeitschrift“ (I, Seite 401 ff.) abgedruckt sind, und deren Form später in der unten angegebenen Weise bedeutend vereinfacht wurde, hier wiederzugeben, will ich hier nur die Resultate anführen, welche aus den Tabellen direkt hervorgehen. Zum Verständnisse sei noch bemerkt, dass die eingeklammerten Zahlen die Anzahl derjenigen Prognosen angeben, welche sich auf eine „nachher“ folgende Erscheinung beziehen.

Prognose.	Wirkliche Witterung					
Sommer 1883 (Juni, Juli, August).	8h a. m.			2h p. m.		
A. Temperatur-Abweichung.	kühl ($>-2^0$)	normal (0 bis 2^0)	warm ($>+2^0$)	kühl ($>-2^0$)	normal (0 bis 2^0)	warm ($>+2^0$)
Auf 19 „kühl" folgte . .	16	3	0	18	1	0
„ 1 „normal" folgte .	0	1	0	0	0	1
„ 13 „warm" folgte .	0	4	9	1	2	10
B. Temperatur-Aenderung.	kühler ($>-2^0$)	unver. (0^0 bis 1^0)	wärmer ($>+1^0$)	kühler ($>-1^0$)	unveränd. (0^0 bis 1^0)	wärmer ($>+1^0$)
Auf 15 (16) „kühler" folgte	9	3	3	11	2	3
„ 11 „ohne wesentliche Aenderung" folgte .	2	6	3	2	5	4
„ 20 „wärmer" folgte .	1	8	11	2	8	10

Prognose.	8h a. m.			2h p. m.		
Sommer 1884 (Juni, Juli, August).						
A. Temperatur-Abweichung.	kühl ($>-2^0$)	normal (0^0 bis 2^0)	warm ($>+2^0$)	kühl ($>-2^0$)	normal (0^0 bis 2^0)	warm ($>+2^0$)
Auf 15 „kühl" folgte . .	15	0	0	14	1	0
„ 1 „normal" folgte .	1	0	0	0	1	0
„ 19 (20) „warm" folgte	1	11	7	2	5	13
B. Temperatur-Aenderung.	kühler ($>-1^0$)	unver. (0^0 bis 1^0)	wärmer ($>+1^0$)	kühler ($>-1^0$)	unveränd. (0^0 bis 1^0)	wärmer ($>+1^0$)
Auf 15 (18) „kühler" folgte	7	3	5	7	7	4
„ 18 „ohne wesentliche Aenderung" folgte .	4	10	4	3	6	9
„ 22 „wärmer" folgte .	1	11	10	5	3	14
C. Bewölkung.	heiter (0 — 3)	wolkig (4 — 7)	trübe (8 — 10)	heiter (0 — 3)	wolkig (4 — 7)	trübe (8 — 10)
Auf 18 „heiter" folgte .	12	3	3	7	8	3
„ 65 (66) „veränderlich" oder „wolkig" folgte	18	19	28	15	27	24
„ 7 (8) „trübe" folgte	1	0	6	1	0	7
D. Windstärke.	schwach (0 — 4)	stark (5 — 7)	stürm. (8 — 12)	schwach (0 — 4)	stark (5 — 7)	stürmisch (8 — 12)
Auf 84 „schwach" oder „mässig" folgte . .	82	2	0	78	8	0
„ 5 „frisch" od. „stark"	5	0	0	3	2	0
„ 0 „stürmisch" . .	0	0	0	0	0	0

E. Windrichtung (nach Komponenten).	N	E	S	W	still	N	E	S	W	still
Auf 27 „N" folgte . . .	*13*	*6*	*1*	*5*	*2*	*18*	*5*	*1*	*3*	*0*
„ 16 „E" „ . . .	*1*	*9*	*3*	*1*	*2*	*2*	*8*	*6*	*0*	*0*
„ 24 „S" „ . . .	*3*	*1*	*15*	*3*	*2*	*5*	*1*	*13*	*5*	*0*
„ 37 „W" „ . . .	*0*	*6*	*4*	*23*	*4*	*3*	*1*	*7*	*26*	*0*

F. Hydrometeore (in 24 St., 8 p. bis 8 p.)	trocken (kein Niederschlag)	geringere Niederschläge (0—$1\frac{1}{2}$)	erhebliche Niederschl. ($>1\frac{1}{2}$mm)	Gewitter	kein Gewitter	Nebel	kein Nebel
Auf 20 „trocken" . . .	14	2	4	—	—	—	—
„ 30 „ohne wesentliche Niederschläge" . .	9	13	8	—	—	—	—
„ 24 „Niederschläge" .	7	4	13	—	—	—	—
„ 32 „Gewitter" . . .	—	—	—	10	22	—	—
„ 60 Prognose ohne „Gewitter" . . .	—	—	—	11	49	—	—
„ 0 „Nebel"	—	—	—	—	—	—	—
„ 92 Prog. ohne „Nebel"	—	—	—	—	—	37	55

Der entgegengesetzte Gang der Zahlen in den Reihen, welche entgegengesetzten Prognosen entsprechen, beweist, dass die Prognosen auf einer (relativ) richtigen Grundlage beruhen, da der blosse Zufall den Zahlen in jeder der Reihen — sofern das Material genügt, um das „Gesetz der grossen Zahlen" in Wirksamkeit treten zu lassen — die gleiche Anordnung gegeben haben würde. Um dies klarer hervortreten zu lassen, sind die grössten Ziffern in jeder Reihe durch fetten Druck hervorgehoben. Zur ferneren Erleichterung der Uebersicht kann man, wie dieses in der erwähnten ersten Mittheilung von der Sache geschehen ist, diese Zahlen in Procenten der Gesammtzahl jeder Prognose ausdrücken. Will man dagegen das Resultat, behufs Vergleichung mit jenem von anderen Zeiträumen oder anderen Orten, in einen einzigen Ausdruck zusammenfassen, so ist es leicht, nach festzusetzenden Normen Trefferprocente zu berechnen, welche in diesem Falle, wenn die Zusammenstellungen nach denselben bestimmten Regeln gemacht sind, ganz unabhängig von der individuellen Auffassung des Zusammenstellers und darum wirklich vergleichbar sind. Im Nachfolgenden möge nur an einem Beispiel das Verfahren erläutert werden.

Nehmen wir in der Tabelle für den Sommer 1884 die Abtheilung A, welche die Abweichung der Temperatur vom Normalwerthe betrifft, so kann kein Zweifel sein, dass die Prognose als ganz eingetroffen (+) zu betrachten ist, wenn Prognose und wirkliche Witterung in eine und dieselbe von den drei angenommenen Kategorien fielen. Solcher Fälle waren für 8^h und 2^h zusammen 50. Trat statt kühl warm ein oder umgekehrt, so nehmen wir die Prognose als verfehlt (—) an (3 Fälle), die 18 Fälle, wo auf eine Prognose „warm" oder „kalt" normale Temperatur folgte, oder umgekehrt, nehmen wir als ± an; wir erhalten dann als Resultat für die Temperaturabweichung + 70%, ± 25%, — 5%, oder günstig 83%, ungünstig 17%.

Für die Temperaturänderung erhalten wir zunächst 54 entschiedene + und 15 entschiedene —; nehmen wir die übrigen 44 Fälle als ± an, so erhalten wir + 48%, ± 39%, — 13%, oder günstig 67%, ungünstig 33%.

Vergleichen wir damit das Ergebnisss der bezüglich der Temperatur nach genau demselben Modus ausgeführten Zusammenstellung für den Sommer 1883, so finden wir nicht unerheblich vortheilhaftere Resultate:

Januar

Tag	Hamburg																	Neufahr-									
	Wirkliche Witterung											Prognose						Wirkliche Witterung									
	8h a. m.					2h p. m.												8h a. m.					2h p. m.				
	Temperatur-Abweich.	Temperatur-Aender.	Windstärke	Windrichtung	Bewölkung	Temperatur-Abweich.	Temperatur-Aender.	Windstärke	Windrichtung	Bewölkung	Niederschlag 8h a. m.—8h a. m.	Temperatur-Abweich.	Temperatur-Aender.	Windstärke	Windrichtung	Bewölkung	Niederschlag	Temperatur-Abweich.	Temperatur-Aender.	Windstärke	Windrichtung	Bewölkung	Temperatur-Abweich.	Temperatur-Aender.	Windstärke	Windrichtung	Bewölkung
1	w	z	m	s′	d	w	z	f	s′	d	r	—	u	m	w	v	e	n	u	l	s	b	w	z	l	s′	b
2	w	z	f	s′	r	w	z	f	s′	b	e	—	u	f	w	v	v	w	z	f	s′	b	w	z	m	s′	b
3	w	a	m	w′	v	w	a	l	s′	b	r	—	a	m	w′	v	o	n	a	m	w′	v	n	a	l	w′	b
4	w	z	s	s′	r	w	z	s	s′	r	r	—	z	f	s′	v	v	n	u	m	s	d	w	z	l	w	b
5	w	a	m	s′	b	w	a	s	s′	v	e	w	—	f	w	v	r	w	z	l	s′	b	w	a	l	s′	b
6	n	a	v	s′	b	n	a	s	w	v	t	—	a	s	w	—	r	w	a	f	s′	v	n	u	s	w	v
7	k	a	l	w′	h	k	a	l	s′	h	t	—	a	m	—	v	o	k	a	m	w′	v	k	a	m	w′	r
8	k	a	m	e′	h	k	a	m	s	v	e	—	z	f	s′	b	r	k	a	m	s′	v	k	u	l	s	h
9	n	z	m	e′	r	n	z	l	s′	r	r	—	z	f	s/w	—	r/	k	z	l	s	r	k	z	l	e′	b
10	k	a	l	n	h	k	a	l	n	h	e	—	a	f	n	v	r	n	z	l	n	b	n	z	m	n′	b
11	k	z	l	s	r	k	z	l	e′	b	t	—	z	m	e	v	o	n	u	m	w′	b	n	u	l	w′	b
12	k	a	l	e′	v	k	a	l	e′	h	t	—	z/-	—	—	v	r	n	u	l	e′	b	n	u	l	e	b
13	k	u	m	s	b	n	z	f	s	b	t	—	z	f	w	b	r	n	a	l	w	b	n	u	l	s	b
14	k	a	m	e′	b	k	a	m	e′	d	t	—	z	f	s	b	r	k	a	l	s′	b	k	a	l	s	h
15	n	z	f	s′	b	n	z	s	s′	b	r	—	f	l	—	(hd)	o	k	a	l	s	v	k	u	m	s	d
16	w	z	f	s′	r	n	u	s	s′	b	e	—	z	s	w	b	r	w	z	f	s	b	n	z	m	s	b
17	n	a	f	e′	v	n	u	m	s′	b	t	—	u	f	w	v	r	w	u	l	s′	b	n	u	l	e′	b
18	n	u	f	e′	v	n	z	f	e′	v	e	—	u	f	w	v	r	k	a	l	s	h	k	a	l	e′	h
19	n	u	m	e′	b	n	a	m	s′	b	t	—	-/a	—	s/—	b/v	r/-	w	z	m	e′	r	n	z	m	e′	f
20	n	z	l	n′	d	n	u	m	n′	r	r	—	—	m	s	v	v	n	a	l	e′	b	n	a	l	e′	b
21	n	u	l	n′	r	n	a	l	e′	v	e	—	n	m	—	v	r	n	u	l	e′	b	n	z	m	e′	b
22	k	a	l	x	d	n	u	l	w′	r	r	—	a	m	—	v	v	n	u	m	e	b	n	u	f	e′	b
23	k	a	l	e′	v	k	a	l	e′	v	t	f	—	l	x	b	r	k	a	l	x	h	n	u	l	e′	v
24	k	a	t	e′	d	k	u	l	e′	h	t	f	—	l	x	v	r	n	z	m	e′	r	n	a	l	e′	b
25	k	z	m	e′	b	n	z	m	e′	b	r	f	—	l	x	h	o	n	z	l	e′	r	n	z	l	e′	b
26	n	z	m	e	r	n	z	l	e′	d	r	—	z	l	x	b	r	w	z	l	e′	r	n	u	l	e′	b
27	n	w	m	n′	d	n	u	m	n′	d	r	—	u	l	x	b	r	w	u	m	e	r	n	a	m	e	b
28	n	u	m	e′	b	n	u	m	e′	b	e	—	a	f	e	v	—	k	a	l	e′	b	k	a	l	e′	b
29	n	u	l	e′	d	n	u	l	e′	d	t	—	a/	f	s	v	v	k	u	l	e′	b	k	z	l	e′	b
30	n	u	m	s	b	n	z	s	s′	h	e	—	u	m	s	v	r	w	z	l	e′	d	n	z	l	e′	d
31	w	u	f	e′	b	n	u	f	s	v	r	—	u	f	s	v	r	n	a	l	s′	d	n	u	l	s	d

Erklärung der Zeichen.

1. Stelle: Temperatur-Abweichung: k = kalt (Abw. > — 2°), n = normal (Abw. < 2°), w = warm (Abw. > + 2°).
2. Stelle: Temperatur-Aenderung: a = Abnahme, u = unverändert (Aend. < 1°), z = Zunahme der Temperatur.
3. Stelle: Windstärke: l = leichter Wind (0—2 der Beauf.-Skala), m = mässiger (3—4), f = frischer (5—6), s = stürmischer Wind (> 6).
4. Stelle: Windrichtung: n e s w = N E S W, n′ e′ s′ w′, die zur Rechten des Hauptstriches liegenden Quadranten. x = Stille.

1886

wasser							München																	
	Prognose						Wirkliche Witterung											Prognose						
							8h a. m.					2h p. m.												
Niederschlag 8h a. m.—8h a. m.	Temperatur-Abweich.	Temperatur-Aender.	Windstärke	Windrichtung	Bewölkung	Niederschlag	Temperatur-Abweich.	Temperatur-Aender.	Windstärke	Windrichtung	Bewölkung	Temperatur-Abweich.	Temperatur-Aender.	Windstärke	Windrichtung	Bewölkung	Niederschlag 8h a. m.—8h a. m.	Temperatur-Abweich.	Temperatur-Aender.	Windstärke	Windrichtung	Bewölkung	Niederschlag	Tag
t	—	u	m	w	v	e	k	z	l	e'	b	n	z	l	s'	v	t	—	u	m	w	v	e	1
r	w	—	f	w	b	r	w	z	l	s'	r	w	z	m	s'	r	r	—	u	m	w	d	o	2
e	w	-/a	m	w	v	r	w	z	m	w	b	w	u	m	w	b	t	w	-/a	m	w	v	r	3
r	—	a/z	l/–	x/w	-/v	f/v	w	a	m	s'	h	w	z	m	w	v	t	—	a/z	b/–	x/w	-/v	t/v	4
t	w	—	f	w	b	r	w	z	m	w	b	w	a	f	w	r	e	w	—	f	w	v	r	5
e	—	a	s	w	—	r	w	a	f	w	b	w	u	m	w	h	t	—	a	s	w	—	r	6
e	—	a	m	—	h	r	w	a	l	x	d	k	a	m	n'	b	r	—	a	l	—	b	r	7
t	f	-/z	m	s'	h/v	—	k	a	l	x	r	n	z	l	e'	z	e	f	—	l	x	h	t	8
t	f	—	f	s'	h/b	-/r	n	z	m	w	b	k	a	m	w	b	r	f	—	f	s'	h/b	t/r	9
r	—	u	m	—	v	r	n	a	m	w'	r	k	a	m	w	b	e	—	u	m	—	v	r	10
t	—	z	m	e	v	o	k	a	l	x	r	k	a	l	n'	h	e	t	—	l	x	v	o	11
t	—	a/–	—	—	v	-/r	k	u	l	e	b	k	u	m	w	r	e	—	a/	—	—	v	-/o	12
t	—	z	f	w	b	r	n	z	m	w	b	k	z	l	s'	h	e	f	—	m	w	—	r	13
t	—	z	f	s	b	r	n	a	l	s'	v	n	z	l	e'	v	t	—	z	f	s	b	r	14
t	—	f	l	x	(hd)	o	n	z	m	s'	d	n	a	m	s'	b	t	—	f	l	x	(hd)	o	15
t	—	z	s	w	b	r	n	u	m	e'	d	n	z	m	w	v	e	—	z	s	w	b	r	16
t	—	z	m	s'	b	r	w	z	l	s'	d	w	u	l	w	v	t	—	u	m	w	v	o	17
e	—	a	f	s	—	r	k	a	m	e'	h	k	a	m	e	h	t	—	u	f	w	v	r	18
r	—	z	m	s	—	r	w	z	l	s'	b	k	u	m	n'	b	r	—	-/a	—	s/–	b/v	r/–	19
r	—	a	l	x	v	o	n	a	m	s'	v	n	z	m	w	v	t	—	a	l	x	v	o	20
t	—	u	m	—	v	r	k	a	l	e	d	k	a	m	e	h	t	—	a	—	—	v	r	21
t	—	a	m	—	v	v	k	a	l	n'	d	k	u	l	x	d	t	f	—	—	—	v	r	22
r	f	—	l	x	v	o	k	z	l	w'	d	n	z	m	w'	v	e	f	—	l	x	b	r	23
r	f	—	l	x	v	r	k	u	l	n'	d	n	z	l	e	b	t	f	—	l	x	v	r	24
e	f	—	l	x	h	o	w	z	l	w	b	n	u	m	n'	v	t	f	—	l	x	h	o	25
e	—	u	l	x	b	r	n	u	m	e'	v	n	a	m	e	b	t	—	a	l	x	b	r	26
r	—	u	l	x	b	r	n	u	l	e'	b	n	u	l	n'	h	t	—	u	l	x	b	r	27
e	—	a	f	e	v	—	k	a	l	x	d	k	a	l	n'	d	t	—	a	m	e	—	o	28
r	—	a/	f	s	v	v	n	w	l	e	d	n	z	l	n'	d	e	—	a	l	x	v	r	29
t	w	—	f	s	—	r	w	z	m	w	b	n	z	l	w	d	t	—	u	m	s	v	r	30
r	—	u	f	s	v	r	n	a	l	e'	v	w	z	f	w	v	r	—	u	f	s	v	r	31

5. Stelle: **Bewölkung**: h = heiter (0—1), v = wolkig (2—3), b = bedeckt (4), d = Nebel, Dunst, r = Regen.
6. Stelle: **Niederschlag** (von 8h a. m. bis 8h a. m.): t = trocken, e = etwas Regen (0—1 1/2 mm), r = Regen (> 1 1/2 mm), g = Gewitter.

In der **Prognose** bedeuten die Zeichen dasselbe bis auf v in der 5. und 6. Stelle: veränderlich, o in der 6. = „ohne wesentliche Niederschläge". Als Brüche bedeuten: Zähler „zuerst", Nenner „dann", — bedeutet Fehlen der Prognose.

Aus dieser Tabelle ergiebt sich für 1883: Temperaturabweichung 54 Mal +, 11 Mal ± und 1 Mal —, oder + 82%, ± 17% und — 1%, resp. günstig 91%, ungünstig 9%; desgleichen für die Temperaturänderung 52 Mal +, 32 Mal ± und 9 Mal —, oder + 56%, ± 34%, und — 10%, resp. günstig 73%, ungünstig 27%. Da man sicher sein kann, alle Ursachen für eine Differenz, die in der Person oder der Methode liegen könnten, ausgeschlossen zu haben, so kann dieses verschiedene Verhalten der beiden Jahrgänge als constatirt betrachtet werden und dessen Ursachen nachgespürt werden, wodurch unter Umständen wunde Punkte im System und dessen Grundlagen aufgedeckt und verbessert werden können. Solche wunde Punkte können z. B. schon in einer Vorliebe für eine gewisse Art von Prognosen im Allgemeinen bestehen, welche durch diese Statistik leicht erkennbar wird. Dass übrigens auch Prognosenprüfungen nach der jetzt angewandten Methode, wenn sie von derselben Person nach unveränderten Grundsätzen ausgeführt werden, unter sich verglichen, solche Differenzen geben, die den nach der neuen Methode gefundenen ganz entsprechen, zeigt sich darin, dass die von der Seewarte in der „Monatlichen Uebersicht" veröffentlichten Procentsätze der Treffer im Mittel der drei Sommermonate für die Temperatur 1883 88%, 1884 nur 83% Prognosen mit günstigem Resultat ergaben.

Neben dem Nutzen, welchen diese Methode der Prognosenprüfung für die Entwickelung des Prognosendienstes bietet, enthält die Zusammenstellung noch einen Vortheil, den wir hier besonders hervorheben müssen, und zwar um so entschiedener, als dadurch eine sehr fühlbare Lücke für die Klimatologie wie die Witterungskunde überhaupt wenigstens theilweise ausgefüllt werden kann. Die Zusammenstellung giebt uns nämlich einen klaren Ueberblick über die Aufeinanderfolge und den vorwaltenden Charakter der Witterungserscheinungen und die Summirung der einzelnen Elemente stellt die Hauptfactoren der Witterung in einer nicht uninteressanten und dem allgemeinen Verständniss zugänglicheren Form, als die meteorologischen Mittelwerthe sie bieten, dar, so dass bei der Prüfung der Prognosen nebenbei ein werthvolles Material für die Klimatologie, die Witterungsgeschichte und die Untersuchung der Erhaltungstendenz der Witterung zu Stande kommt.

Das oben angegebene Schema wurde durch Anwendung von Buchstabengruppen erheblich vereinfacht [197]). Das Schema, welches gegenwärtig an der Seewarte in Gebrauch ist (seit Januar 1886), ist vor-

stehend mitgetheilt worden, indem ich die Witterungsthatbestände für Hamburg, Neufahrwasser und München, sowie die für diese Stationen geltenden Prognosen für den Januar 1886 wiedergab.

Die von der Seewarte herausgegebenen Prognosen wurden bis Ende 1885 nach der älteren Methode einer strengen und vorurtheilsfreien Prüfung unterworfen, deren Resultate in der „Monatlichen Uebersicht der Witterung“ neben denen anderer Institute und Prognosencentren regelmässig veröffentlicht wurden. Unter Hinweis auf die eben gemachten Bemerkungen theilen wir nachstehend die Hauptergebnisse dieser Prüfungen mit, und zwar derjenigen Prognosen, welche sowohl allgemein für ganz Deutschland, als auch derjenigen, welche speciell für das nordwestdeutsche Küstengebiet an der Seewarte gegeben waren. Wir verzichten dabei auf die Wiedergabe der Resultate für die einzelnen Monate, weil sich die Treffer ziemlich gleichmässig auf die ganze jährliche Periode vertheilen. Es sei dabei nochmals bemerkt, dass die in den Prognosen enthaltenen Elemente bei der Prüfung in 3 Gruppen getheilt wurden und zwar a) in solche, welche gut (+), b) in solche, welche nur theilweise (±) und in solche, welche nicht (—) mit den nachfolgenden Thatsachen übereinstimmten. Endlich wurde noch die eine Hälfte der Aussichten, welche nur theilweise mit den nachfolgenden Thatbeständen übereinstimmten, den günstigen (unter a), die andere Hälfte den verfehlten (unter c) hinzugefügt und hiernach die Procentzahl der Treffer berechnet:

Procentzahl der Treffer.

Für Deutschland überhaupt.					Für das NWdeutsche Küstengebiet.				
Jahr.	Wetter.	Wind.	Temp.	Ueberh.	Jahr.	Wetter.	Wind.	Temp.	Ueberh.
1877	77%	78%	84%	79%	—	—	—	—	—
1878	79	80	80	80	1878	80%	81%	82%	81%
1879	81	81	78	80	1879	77	81	77	78
1880	79	80	80	80	1880	82	82	80	81
1881	81	82	86	83	1881	81	85	84	83
1882	78	75	78	77	1882	79	77	77	78
1883	80	82	85	82	1883	81	83	82	82
1884	80	86	82	83	1884	82	88	81	83
1885	83	86	82	88	1885	84	86	85	85
Mittel	79,8	81,1	81,7	80,8	Mittel	80,8	82,9	81,0	81,4

Bilden wir für die Treffer von je 3 aufeinanderfolgenden Jahren die Mittelwerthe, so erhalten wir folgende nicht uninteressante Zahlen:

a) für Deutschland überhaupt

	Wetter	Wind	Temperatur	Ueberhaupt
1877/79	79,0	79,9	80,7	79,7
1880/82	79,3	79,0	81,3	80,0
1883/85	80,0	83,7	83,0	82,7

b) für Nordwestdeutschland

1878/79	78,5	81,0	79,9	79,5
1880/82	80,7	81,3	80,3	80,7
1883/85	82,3	84,0	82,7	83,3

Diese Zahlen zeigen ganz bestimmt für alle Elemente einen Fortgang, sowohl was die allgemeine, als die für das nordwestdeutsche Küstengebiet specialisirte Prognose betrifft, ein Umstand, der wohl kaum als ein Spiel des Zufalls anzusehen ist. — Abgesehen hiervon glauben wir uns nach den vielen bis jetzt gesammelten Erfahrungen zu dem Schlusse berechtigt, dass die Prognose entwickelungsfähig ist und die Wahrscheinlichkeit des Eintreffens zugenommen hat und ferner, dass der Prognosendienst bei richtiger, rationeller Organisation und zweckmässiger Anwendung der Prognosen, der Praxis einen nicht unerheblichen Nutzen zu bieten im Stande ist.

Kann der Fortschritt in den Erfolgen der Wetterprognosen bei der Verwickelung der Erscheinungen naturgemäss auch nur ein sehr allmählicher sein, so ist es immerhin als eine sehr grosse Errungenschaft zu verzeichnen, dass wir nach so vielen Irrungen und fruchtlosen Bemühungen endlich ein sicheres reales Fundament, wie es die strenge Wissenschaft fordert, aufgefunden haben. Bauen wir an diesem Fundamente beharrlich und unverdrossen weiter und denken wir daran, dass auf demselben dereinst ein grossartiges Gebäude sich erheben wird, welches jedem Berufsleben bei allen Nationen die grössten Dienste erweisen soll! Hier gilt der Wahrspruch: per aspera ad astra. —

Die Sturmwarnungen wurden nach einer, der oben zuerst erwähnten ähnlichen, Methode geprüft und die Resultate dieser Prüfung in der „Monatlichen Uebersicht der Witterung“ veröffentlicht. Die Hauptergebnisse wollen wir im Nachstehenden ebenfalls wiedergeben. In der folgenden Tabelle sind die Signalstellen nach den bei denselben erzielten Procenten in folgende Gruppen geordnet: 1) von 50% und darüber, 2) über 50% bis incl. 60%, 3) über 60% bis incl. 70%, 4) über 70% bis incl. 80%, 5) über 80%; für die einzelnen Gruppen sind dann die mittleren Procente gebildet. Die letzte Gruppe enthält die Anzahl der Anordnungen, welche zum Heissen resp. zum Senken der Signale von der Seewarte gegeben wurden. Als Material zur Prüfung dienten die von den Signalstellen in den Tagebüchern eingetragenen Beobachtungen von Wind und Wetter, welche regelmässig um 8^h a. m. und 2^h und 8^h p. m.,

zur Zeit unruhiger Witterung in kürzeren Zeitintervallen angestellt wurden.

Wie bei der Prüfung der Wetterprognosen wurde für jede einzelne Signalstelle unterschieden, ob eine Warnung eingetroffen oder günstig (+), theilweise eingetroffen (±), und verfehlt, ungünstig (—) war. Dann wurde noch dabei beachtet, ob eine Warnung rechtzeitig (d. h. frühe genug, um als Warnung dienen zu können) bei der Signalstelle eintraf oder nicht, oder bei mangelhafter telegraphischer Verbindung so verzögert wurde, dass sie ihren Zweck verfehlte *). Fälle dieser Art wurden entweder ganz unbeachtet gelassen oder als theilweise eingetroffen betrachtet.

Allerdings sind die Zahlenwerthe, welche man auf diese Weise erhält, abhängig von der individuellen Beurtheilung der einzelnen Signalisten und in der That weichen diese Urtheile sehr von einander ab, so dass einige Signalstellen in ihren Tagebüchern fast keine stürmischen Winde notiren, und andere fast nach jeder Warnung das Eintreten eines Sturmes constatiren. Indessen dürfte die Vereinigung aller Urtheile durchschnittlich ein richtiges Bild für die Erfolge oder Misserfolge der Sturmwarnungen abgeben.

Ergebnisse der von der Seewarte erlassenen Sturmwarnungen.

Jahr.	Gruppe der Signalstellen.										Anzahl der Anordnungen.
	1. 50% und darunter		2. über 50 bis incl. 60%		3. über 60 bis incl. 70%		4. über 70 bis incl. 80%		5. über 80%		
	Anz.	Proc.	Anz.	Proc.	Anz.	Proc.	Anz.	Proc.	Anz.	Proc.	
1877	11	42	7	55	9	66	5	73	1	82	880
1878	7	44	7	56	14	66.	3	72	1	82	1489
1879	15	33	8	56	6	62	4	78	1	81	1098
1880	10	43	6	55	9	63	12	74	1	86	2463
1881	15	43	4	56	7	67	2	73	4	87	1621
1882	13	42	3	56	6	65	2	73	4	87	1811
1883	18	35	3	53	9	65	—	—	2	85	1914
1884	8	40	10	56	7	64	6	76	4	92	1633
1885	21	40	7	55	5	64	3	77	2	94	1600
Total	13	40	7	56	8	65	4	75	2	86	14509

Als Gesammtresultat ergeben sich 55% Treffer, so dass also bei gegebener Sturmwarnung die Winde an den Küstenstationen unter 100 Fällen 55 Mal stürmisch werden, während sie 45 Mal

*) Die verspäteten Sturmwarnungen, welche ihren Grund entweder in der Verzögerung der Beförderung, oder in zu spät ausgegebenen Warnungen haben, belaufen sich durchschnittlich auf etwa 12—15%.

diese Stärke (Stärke 8 der Beaufort'schen Skala) nicht erreichen. Zur Beurtheilung des Erfolges oder Misserfolges der Sturmwarnungen aus diesen Zahlen sei noch bemerkt, dass Winde, welche an den Signalstellen die Stärke 6—7 der Beaufort'schen Skala erreichten, in welchen Fällen die Sturmwarnung als verfehlt, resp. als theilweise gelungen betrachtet wurde, auf hoher See diesen Werth in weitaus den meisten Fällen überschritten, so dass das Resultat sich weit günstiger gestalten würde, wenn dieser Umstand bei der Prüfung hätte gehörig berücksichtigt werden können. Dann fällt bei der Beurtheilung sehr in's Gewicht, dass nur höchst selten ausgedehnte, insbesondere heftige Stürme, die schwere Verluste an Hab und Gut oder gar Menschenleben veranlassten, ungewarnt die Küste trafen. Speciell erinnere ich an den oben (Seite 325) geschilderten Sturm, dessen ausserordentlich verheerende Wirkung noch lange nachher andauernde Spuren an der Küste hinterlassen hat, und dessen Herannahen sowohl wie Verlauf durch eine Reihe gelungener Warnungen vorausgesagt wurde (vgl. auch oben Seite 95).

Schon im ersten Theile dieses Handbuches (Seite 357) wurde einer Reihe von Gutachten gedacht, welche von Lootsencommandeuren, Hafenmeistern, Vorständen der Signalstellen etc. über die Wirksamkeit des Sturmwarnungswesens an der deutschen Küste im Jahre 1882 gegeben wurden [198]). Die Fragen, welche damals gestellt wurden, waren folgende: 1) Welche Ansichten vertritt die Küstenbevölkerung dem Sturmwarnungswesen gegenüber? 2) Werden die Sturmwarnungen von den verschiedenen Klassen der Küstenbevölkerung, von vorbeifahrenden Schiffern etc. beachtet und inwiefern? 3) Lässt sich nachweisen oder annehmen, dass durch die Beachtung der Sturmwarnungen Schäden irgend welcher Art verhütet wurden? (Angaben einzelner Fälle wären hier sehr erwünscht.) 4) Ist für die schnelle und allseitige Bekanntmachung der Sturmwarnungen und Sturmsignale in Ihrer Gegend hinreichend gesorgt und können hier noch Verbesserungen getroffen werden? 5) Könnte event. das Sturmwarnungswesen überhaupt für Ihre Gegend noch wirksamer gemacht werden und auf welche Weise? — Berichte und Gutachten in Bezug auf diese Fragen liefen ein und sind in der „Monatlichen Uebersicht der Witterung" für 1882 veröffentlicht worden von: Borkum, Norderney, Nesserland-Emden, Carolinensiel, Wangeroog, Wilhelmshaven, Brake, Geestemünde, Bremerhaven, Weserleuchtthurm, Cuxhaven, Brunshausen, Glückstadt, Tönning, Keitum (auf Sylt), Aarösund, Flensburg, Friedrichsort, Kiel, Schleimünde, Marienleuchte,

Travemünde, Wismar, Warnemünde, Darsserort, Wittower-Posthaus, Arcona, Thiessow, Ahlbeck, Swinemünde, Colbergermünde, Rügenwaldermünde, Stolpmünde, Neufahrwasser, Pillau, Brüsterort und Memel. Diese Gutachten sprechen sich fast ausnahmslos günstig über die Einrichtung und die Wirksamkeit des deutschen Sturmwarnungswesens aus, und in gegenwärtiger Zeit dürfte die letztere durch die Einrichtung des Abenddienstes noch wesentlich erhöht sein.

Ein anderer indirekter Beleg für die Brauchbarkeit der Sturmwarnungen dürfte die Thatsache sein, dass in neuerer Zeit an der ostpreussischen Küste auf Initiative der Provinzialregierung und an der Unterelbe auf diejenige des landwirthschaftlichen Vereins zu Eckernförde private Signalstellen errichtet worden sind, die ihre Sturmwarnungsdepeschen von der Seewarte erhalten.

Aehnlich wie an der deutschen Küste wurde in Grossbritannien Ende 1881 eine Umfrage nach den Ansichten über den Werth der Sturmwarnungen bei der Küstenbevölkerung gehalten [199]). Auch die hierauf erfolgenden Gutachten sprachen sich meistens günstig über das Sturmwarnungswesen aus.

VII. Wetterprognosen auf längere Zeit voraus.

Aus den vorhergehenden Darlegungen dürfte zur Genüge hervorgehen, dass die mannigfaltigen Witterungsphänomene in unseren Gegenden nur dann verstanden und richtig gedeutet werden können, wenn wir sie anlehnen an die grossen allgemeinen atmosphärischen Bewegungen, so dass wir von einem höheren Standpunkte aus die scheinbar unentwirrbaren Einzelerscheinungen übersehen. Denn in jedem einzelnen Falle und an jedem einzelnen Orte hat der Witterungscharakter seinen primären Grund in der allgemeinen Wetterlage und erst in zweiter Linie und bei bestimmten Situationen können die sogenannten localen Einflüsse, die wir oben besprochen haben, zur Geltung kommen. Wollen wir die letzteren verstehen und ihrem Werthe nach festsetzen, so erscheint es nothwendig, sie in Zusammenhang mit den ersteren zu betrachten.

Vorzüglich ist es die wechselnde Luftdruckvertheilung auf dem atlantischen Ocean und über Europa, wodurch der vorwaltende Witterungscharakter in unseren Gegenden bedingt wird und diese Beziehungen möglichst genau festzustellen und hieraus für die Praxis

Nutzen zu ziehen, ist eine der wichtigsten Aufgaben der ausübenden Witterungskunde.

Nach dieser Richtung hin sind in neuerer Zeit zwei vortreffliche Untersuchungen veröffentlicht worden, die wir in diesem Handbuche nicht übergehen können, um so weniger, als dieselben einem in unserer Zeit vielfach besprochenen Projekte Vorschub leisten, welches dahin geht, den wettertelegraphischen Dienst durch telegraphische Verbindung der Stationen der Far-Öer, Islands, Südgrönlands und der Azoren mit Europa westwärts auf den atlantischen Ocean auszudehnen. Es sind dieses die Arbeiten von Hoffmeyer[200]) und Teisserenc de Bort[201]).

Auf Grund vieljähriger Beobachtungen weist Hoffmeyer nach, dass das Gebiet niedrigen Luftdruckes auf dem nordatlantischen Ocean im vieljährigen Durchschnitt drei Centren geringsten Druckes zeigt, von welchen das bedeutendste südwestlich von Island, und je ein geringeres auf der Ostseite gegen das nördliche Eismeer, und auf der Westseite gegen die Davisstrasse liegen. Diese Depressionen bilden die Hauptaspirationsstellen für die gesammte Luftbewegung über dem nordatlantischen Ocean und Westeuropa, sie verursachen auf ihrer Südseite hauptsächlich westliche und südwestliche Luftbewegung und führen so die dampfreiche oceanische Luft niederer Breiten den Westküsten Europas zu, welchem Umstande wir die Milde unseres Klimas verdanken. Aber nicht zu jeder Zeit sind diese Minima so gleichmässig entwickelt, wie es die mittleren Luftdruckkarten angeben, sondern meist tritt das eine oder andere auf Kosten der übrigen ganz besonders hervor und übernimmt dann die Hauptrolle in der Gestaltung und Entwickelung der Witterungserscheinungen über Nordwesteuropa, und zwar in so entschiedener Weise, dass hierdurch der Wettercharakter in unseren Gegenden oft auf längere Zeit eine durchgreifende Umwandlung erfahren kann.

Dieses weist Hoffmeyer in der ihm eigenen klaren Weise an einer Reihe von Beispielen mit aller Entschiedenheit nach.

Im Januar 1874 (vergl. unten Fig. 62) ist das Minimum im Eismeere ausserordentlich stark entwickelt, die beiden anderen Minima sind zwar vorhanden, treten aber gegen das erstere bedeutend zurück, besonders das im Westen an der Davisstrasse. Der Rücken höchsten Luftdruckes liegt auf dem Ocean in der Nähe des 40. Breitegrades, über dem Continente über Spanien, den Alpen und Oesterreich-Ungarn. Die Folge dieser Druckvertheilung ist ein lebhafter südwestlicher Luftstrom, welcher über dem atlantischen Ocean

durch das Minimum an der Davisstrasse eingeleitet wird und durch das Minimum im Eismeer einen neuen Antrieb erhält, so dass Europa von einem kräftigen, feuchten und warmen Strome überfluthet wird, der sich etwa von 45° bis 60° n. B erstreckt.

Eine andere Luftdruckvertheilung zeigt der Januar 1875 (vgl. unten Fig. 63, IV): das Minimum bei Island ist erheblich südwestwärts verschoben und sehr stark entwickelt, die anderen Minima treten ganz zurück. Dieser Druckvertheilung entsprechend entwickelt das erstere Minimum auf seiner Südseite einen südwestlichen Luftstrom, der auf den britischen Inseln nordwärts umbiegt, um dann nach dem Norden und Nordwesten zu fliessen, so dass nur Island, Westeuropa und Centraleuropa erwärmt werden.

Aus dem folgenden Täfelchen, welches für die beiden oben genannten Monate die Abweichung der Temperatur von den Normalwerthen, hauptsächlich für das nördliche Europa, giebt, ist der Einfluss dieser Druckverhältnisse auf die Temperatur ersichtlich:

	Brit. Inseln	Centraleuropa	Skandinavien	Weisses Meer
Januar 1874	+ 2°	+ 2°	+ 4°	+ 8°
„ 1875	+ 2°	+ 2°	— 3°	— 4°

Die mittlere Isobarenkarte für Januar überhaupt zeigt, wie schon gesagt, dass unter normalen Verhältnissen eine Theildepression über dem arktischen Meere nördlich von Europa entwickelt ist — hervorgerufen durch das relativ warme eisfreie Meer an der nordskandinavischen Küste — und dieses ist der Hauptgrund, warum im nordwestlichen Europa die Winter so milde sind. Das Minimum bei Island bedingt auf der Südseite einen lebhaften südwestlichen Strom und führt die warme Luft der niederen Breiten unseren Küsten zu, und nun äussert sich die Wirkung des arktischen Minimums, indem es diesen Luftstrom nach rechts ablenkt und über den europäischen Kontinent hinführt. Die kontinentale Axe verläuft von Südspanien über die Alpen nach dem Kaukasus hin.

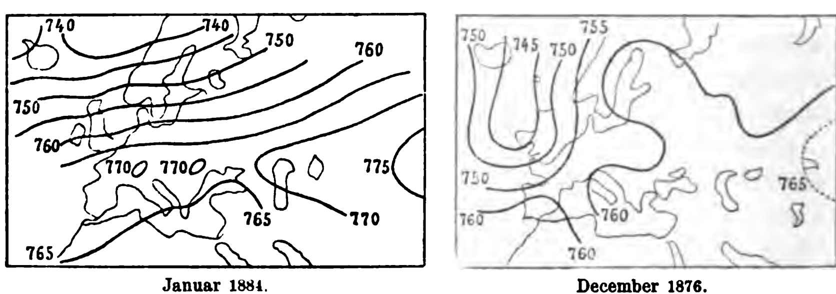
In dem für Frankreich ungewöhnlich milden Winter 1876/77 zeigt der Monat December diesen Typus sehr deutlich. Die von der Seewarte herausgegebenen Bahnenkarten der Minima, welche der „Monatliche Uebersicht der Witterung“ beigefügt sind, zeigen für December 1876 eine ausserordentliche Frequenz der Minima über den britischen Inseln, welche auf ihrer Westseite meistens stürmische Winde hervorbrachten (Sturmcentra), unter deren Einflusse die oceanische Luft in lebhaftem Strome das westliche Mitteleuropa beständig überfluthete, so dass bei reichlichen Regenfällen die Temperatur erheblich über der normalen gehalten wurde. Welche Wirkung die

Verlegung einer Depression haben kann, das zeigen deutlich die Vorgänge vom 27. bis 29.: Der Nordosten Centraleuropas war besonders in den Tagen vom 21. bis 27. ausserordentlich kalt, die strenge Kälte war am 26. bis nach Holland westwärts vorgedrungen. Da verlagerte sich vom 27. bis 29. das Minimum von den britischen Inseln nach dem mittleren Ostseegebiete und bewirkte einen Wetterumschlag, wie er wohl selten in unseren Gegenden vorkommt. In Hamburg zeigte am 27. (8^h a. m.) das Thermometer — 17° C., in der folgenden Nacht trat starkes und anhaltendes Thauwetter ein, in Königsberg stieg das Thermometer vom 28. auf den 29. in 24 Stunden von — 13,8° auf + 1,3° C. (vgl. „Monatliche Uebersicht der Witterung", Jahrgang 1876, Monat December).

Die Temperaturabweichungen betrugen für diesen Monat:

Brit. Inseln	Centraleuropa	Skandinavien	Weisses Meer
+ 2°	+ 2°	— 5°	— 8°

Zu den eben betrachteten Monaten Januar 1874 und December 1876 bildet der Januar 1875 den Uebergang. Wir geben jene als die Repräsentanten dieser Klasse wieder (nach Teisserenc de Bort Typus D und E, siehe unten):



Januar 1884. December 1876.

Fig. 62.

Dass auch das Minimum an der Davisstrasse die Hauptrolle übernehmen kann, zeigt der Februar 1875, wo dasselbe auf Kosten der beiden anderen ungewöhnlich stark entwickelt ist. Bei dieser Luftdruckvertheilung wurde die warme oceanische Luft gezwungen, schon südlich von Grönland und Island nach Norden umzubiegen. Während diese Gebietstheile erwärmt wurden, blieb über Europa die Temperatur, unter dem Einfluss continentaler Winde, unter den Normalwerthen.

Wie excessiv die Variationen in der Vertheilung des Luftdruckes sein können, zeigt sehr schön der December 1874 (vergl. Fig. 63 III),

wo sich das Minimum im Rücken hohen Luftdruckes von den Azoren nordwärts über Island und Ostgrönland hinaus ausdehnt und die beiden Depressionen im Westen und Osten scheidet, so dass das normale Hauptminimum südwestlich von Island total verschwunden ist, eine Luftdruckvertheilung, die wir auch im März 1878 antreffen[202]). Bei dieser Situation bildeten sich zwei Windsysteme: westlich vom Rücken des hohen Luftdruckes waren die Windverhältnisse denen des Februar 1875 analog; auf dem Ostrande dieses Rückens drang ein kalter, vom hohen Norden kommender Luftstrom direkt nach den südwesteuropäischen Küsten, welcher theilweise durch eine über der Ostsee lagernde Depression nach Deutschland abgezweigt wurde. Daher das kalte Wetter über Westeuropa in diesem Monate.

Diese Untersuchungen führten Hoffmeyer zu dem Schlussresultate: **„Der Charakter des Wetters, welches über Nordeuropa herrscht, hängt ganz und gar von der Herrschaft ab, welche das eine oder andere der barometrischen Minima des nordatlantischen Oceans erlangt.“** —

Durch die eben besprochenen Hoffmeyer'schen Untersuchungen ist jedenfalls ein bedeutender Schritt zum Verständnisse der Witterungsvorgänge und des Klimas des nordwestlichen Europas vorwärts gethan und insbesondere der Beweis geliefert, dass es zur Deutung unserer Witterungsphänomene keineswegs genügt, auf beschränktem Gebiete die atmosphärischen Erscheinungen in Betracht zu ziehen, indessen auch bei derselben Lage der drei vorhin betrachteten Minima können die Witterungszustände in unseren Gegenden einen ganz verschiedenen Charakter darbieten und es zeigt sich bei genauerer Ueberlegung bald, dass das Gesichtsfeld noch mehr erweitert und das Untersuchungsgebiet noch mehr vergrössert werden muss. Und hier sind es vor Allem die grossen barometrischen Maxima, ihre Lage, ihre Umwandlungen und ihre Beziehungen zu den barometrischen Minima, welche augenscheinlich die Wetterlage, ihre Aenderung und dadurch die Witterungsvorgänge in unseren Gegenden in erster Linie bestimmen. Diese mit in den Kreis der Betrachtung gezogen und so die Gesichtspunkte verallgemeinert zu haben, ist unstreitig das Verdienst von Teisserenc de Bort, dessen Untersuchungen über die Wintertypen und speciell über den Winter 1879/80, wir jetzt besprechen wollen. Vorher will ich noch bemerken, dass der Verfasser diese Untersuchung am 14. August 1880 in der Sitzung der „Association française pour l'avancement des sciences“ in Reims zuerst ankündigte, wobei er die Wichtigkeit

betonte, welche die Untersuchung der Ursachen der Entstehung und der Beharrlichkeit der barometrischen Maxima, insbesondere für die Wetterprognose, habe und speciell auf die Druckvertheilung im December 1879 hinwies.

Die Unregelmässigkeit in der Luftdruckvertheilung ist nach Teisserenc de Bort bedingt durch die ungleichförmige Erwärmung von Land und Meer, so dass sich durchschnittlich eine gewisse Anzahl grosser barometrischer Maxima und Minima in bestimmten Gegenden befinden, welche die atmosphärische Circulation auf ausgedehnten Gebieten beherrschen. Diese grossen Maxima und Minima bezeichnet derselbe mit dem Namen „grosse Actionscentren der Atmosphäre".

Wenn auch diese Actionscentren in gewissen Gegenden unserer Erde fast ausschliesslich anzutreffen sind, so sind doch ihre Grenzen sehr veränderlich und ihre Lage mannigfachen Verschiebungen unterworfen, und diese Verschiebungen sind hinreichend, um dem Witterungscharakter unserer Gegenden die verschiedensten Formen aufzudrücken.

Das für Westeuropa vorzugsweise in Betracht kommende Actionscentrum ist das Luftdruckmaximum zwischen den Azoren, Madeira und Spanien, welches sich westwärts nach den Bermuden hin ausdehnt. Folgende Fälle sind zu unterscheiden: 1) Verlagert sich dieses Maximum ohne Aenderung der Breite nach Osten hin, so wird durch die südwestlichen Winde der Transport oceanischer Luft begünstigt und hierdurch ein milder Winter bedingt; 2) verschiebt sich das Maximum nach Frankreich oder Westdeutschland, so sperrt es den Zutritt der Seewinde ab, das Wetter ist ruhig und (abgesehen von Bodennebel) meist heiter und kalt; 3) wandert das Maximum nordwärts etwa nach dem biscayischen Busen oder nach den britischen Inseln, so hat dieses im Gefolge nordwestliche und nördliche Winde mit nasskaltem Wetter und häufigen und ergiebigen Schneefällen.

Das Maximum im Osten hat über Centralasien seine grösste Beständigkeit, indessen kann dasselbe grosse und mannigfache Modificationen erleiden und zwar: 1) kann sich dasselbe derart theilen, dass etwa das Flussgebiet des Ob das östliche Maximum von demjenigen des Westens scheidet, welch' letzteres sich nicht selten westwärts auch über Skandinavien erstreckt. In der Regel bedingt diese Wetterlage continentale Winde und kalte Winter (wie z. B. im Januar 1842 und 1879); 2) die das Maximum im Osten und

dasjenige im Westen trennende Zone liegt mehr westwärts nach Europa zu, wobei das westliche Maximum in der Regel mit dem hohen Luftdrucke über Centraleuropa sich vereinigt (wie in den kalten Monaten December 1865 und 1879 und im Januar 1882); 3) das Maximum verlagert sich südwärts und nimmt an Höhe ab.

Wie wir bereits oben auseinandergesetzt haben, ist das Minimum über dem nordatlantischen Ocean für die Witterungsverhältnisse Europas von hervorragender Bedeutung. Die Umwandlungen, Verschiebungen und Theilungen dieses Actionscentrums stehen jedenfalls in innigstem Zusammenhange mit den eben besprochenen Maxima, insbesondere mit jenem im Süden. Nach Teisserenc de Bort lassen sich folgende Fälle unterscheiden: 1) Ein Minimum liegt über dem Eismeere und Finnmarken, ein zweites an der grönländischen Küste. Diese Druckvertheilung bedingt für Nordeuropa einen warmen Winter, während für das Wetter in Mitteleuropa die Lage des barometrischen Maximums entscheidend ist. 2) Das Minimum liegt tiefer, südlich über der Nordsee und der skandinavischen Halbinsel, während relativ hoher Luftdruck das Minimum über Grönland abscheidet. Nicht selten, insbesondere dann, wenn das Maximum der Rossbreiten sich nach Norden verschiebt, bewegen sich an dessen Nordostrande die barometrischen Depressionen südostwärts über Centraleuropa, wodurch in der Gegend westlich von dieser Bahn nasskaltes Wetter hervorgerufen wird. 3) Das Minimum liegt über den britischen Inseln, in welchem Falle zumeist hoher Luftdruck über Nordrussland zu lagern pflegt. Hierdurch wird milde, aber nicht selten unruhige Witterung für das westliche Mitteleuropa bedingt. 4) Ein Minimum ist an der westfranzösischen Küste ausgebildet, während gleichzeitig Depressionen über dem Mittelmeere auftreten und hoher Luftdruck sich über Westeuropa erstreckt. Bei dieser Druckvertheilung bewegen sich die Minima in der kälteren Jahreszeit südostwärts nach dem Mittelmeere hin und die hierdurch bedingten continentalen Winde begünstigen die Abkühlung (wie im Januar und December 1871, Februar 1879). 5) In selteneren Fällen kommt ein Minimum in der Gegend der Azoren zur Entwickelung; liegt das Centrum längere Zeit südlich von den Azoren, so kann diese Störung sehr bedeutend sein. Dieser Zustand ist geeignet, länger anhaltende Kälte und Trockenheit im westlichen Theile von Mitteleuropa hervorzurufen. — Ueberhaupt sind es nicht allein diese Depressionen, welche die ganze Thätigkeit des oceanischen Minimums zusammensetzen, andere zeigen sich an der Davisstrasse, im Eis-

meere und besonders über Sibirien oder Russland, welch' letztere das asiatische Maximum von dem europäischen trennen.

Aus der gegenseitigen Lage der Maxima und Minima und ihre Beziehung zu den Witterungszuständen in unseren Gegenden ergeben sich folgende Wintertypen, welche in der folgenden Karte durch Repräsentanten vertreten sind. Ich habe diese Karten dadurch vervollständigt, dass ich neben der Druckvertheilung (ausgezogene Linien) die Linien gleicher Temperatur-Abweichung (punktirte Linien) eintrug, so dass auch die Ausbreitung des Kältegebietes übersichtlich dargestellt ist. Die Kärtchen III und IV erhielten eine ziemlich erhebliche Abänderung, insbesondere für den Westen, da es mir geboten erschien, die Isobaren (mit Berücksichtigung der Breite) mehr den von Hoffmeyer veröffentlichten genaueren Karten anzulehnen, wenn auch die allgemeine Situation hierdurch wenig verändert wird. Ich bemerke ausdrücklich, dass die folgenden Typen für Frankreich und dessen nächste Umgebung aufgestellt sind, wie jene von Hoffmeyer sich vorzugsweise auf Skandinavien und Dänemark beziehen.

Typus A. Kalt und trocken. Das Maximum über Asien verschiebt sich gewöhnlich nach Westen und theilt sich derart, dass der westliche Theil sich über das nördliche Russland und Finnland erstreckt und der Luftdruck sowohl nach Westen als auch nach Süden hin abnimmt, eine Druckvertheilung, die am häufigsten im Januar zu Stande kommt. Es ist einleuchtend, dass bei dieser Situation östliche continentale Winde über Mitteleuropa vorwiegen müssen, welche die Kälte Russlands in unsere Gegenden übertragen. Dieser Typus war vertreten im Januar 1838, 1842, 1861, 1876 und 1879. Der Januar 1876, dessen erste Hälfte diesem Typus angehörte, und der Januar 1879, dessen zweite Hälfte diesen Charakter zeigt, waren für Frankreich und Centraleuropa ausserordentlich streng. Einige Extreme des Januar 1876, welche alle in den Zeitraum vom 5.—11. fallen, mögen hier eine Stelle finden: Köslin — 26,4 ° C., Hamburg — 12,9, Bromberg — 15,5, Breslau — 22,3, Karlsruhe — 17,0, München — 17,8, Duschlberg (bayr. W.) — 25,3, Utrecht — 13,4, Krakau — 23,4, Turin — 10,7, Neapel — 3,0 ° C. Auf der Karte I zieht sich ein breiter Kältegürtel von den britischen Inseln ostwärts über Mitteleuropa hinaus nach Centralasien hin, Nord- und Südeuropa haben Wärmeüberschuss, in Deutschland und Umgebung herrscht strenge Kälte.

Typus B. Kalt und trocken (Strahlungswinter). Das baro-

metrische Maximum hat sich über den westlichen Theil von Mitteleuropa verlegt, während im Ob-Gebiete und in der Gegend der Azoren der Luftdruck relativ niedrig ist. Dieser Typus ist charakterisirt durch ruhiges, heiteres (abgesehen von Bodennebeln) und trockenes Wetter. Der Lufttransport vom Ocean ist für unsere Gegenden abgesperrt, so dass durch die Ausstrahlung die Temperatur erniedrigt wird, insbesondere, wenn vorher eine Schneedecke sich gebildet hat (wie im December 1879). Diesem Typus gehören an: December 1864, 1865, 1873, 1875, 1879 und Januar 1859 und 1864. Zuweilen liegt der Kern des barometrischen Maximums etwa mitten in Deutschland oder noch südlicher, dann werden die weiter nördlich und westlich davon gelegenen Gebietstheile in die oceanische Luftcirculation aufgenommen und erfreuen sich milder Witterung, während östlich resp. südlich davon strenge Kälte herrscht. So zeigt eine Vergleichung der Decembermonate 1865 und 1879, dass die Luftdruckvertheilung in beiden Monaten grosse Aehnlichkeit hat, und doch war der December 1865 für Frankreich mild, dagegen der December 1879 (vgl. Karte II) für ganz Mitteleuropa ausserordentlich kalt. Aber im ersteren lag der höchste Luftdruck häufiger im Osten von Frankreich und machte so öfters den Zutritt von Seewinden in den westlichen Continent möglich.

Der Hauptrepräsentant dieses Typus ist der December 1879, welcher wohl als der kälteste Decembermonat dieses Jahrhunderts anzusehen ist. Es ist dieser Monat denkwürdig nicht allein wegen der tiefen Kältegrade, sondern ganz besonders durch die Beständigkeit aller Ursachen, welche eine grosse Temperaturerniedrigung in dieser Jahreszeit hervorbringen können. Als solche können für diesen Monat hervorgehoben werden: 1) die geringe Luftbewegung, 2) die sehr geringe Bewölkung und die dadurch bedingte starke Ausstrahlung in den Weltenraum und 3) die lange Anwesenheit einer Schneedecke. Die grösste Kälte herrschte im Innern Frankreichs, in Süddeutschland und Oesterreich, wo das Monatsmittel der Wärme stellenweise bis zu 12° C. unter dem Normalwerthe blieb. Einige Temperaturextreme mögen hier angeführt werden: Paris — 25,6, Châlons — 25,1, Clermont — 23,0, Toulouse — 10,2, Montpellier — 11,2, Nizza — 3,5, Hamburg — 19,2, Münster i. W. — 22,4, Berlin — 18,8, Bromberg — 26,4, Königsberg — 26,9, Breslau — 26,1, Kassel — 25,8, München — 25,3, Utrecht — 17,5, Kopenhagen — 8,3, Wien — 20,7, Krakau — 29,6, Basel — 24,0.

Typus C. Feuchtkalt. Dieser Typus ist charakterisirt

durch die Verschiebung des Maximums bei den Azoren nach Norden hin, während relativ niedriger Luftdruck über Centraleuropa und dem Mittelmeergebiete lagert. Diesen Typus haben wir schon oben im December 1874, dem Hauptrepräsentanten dieser Gruppe, kennen gelernt, wo, der Druckvertheilung entsprechend, ein kalter Luftstrom aus dem hohen Norden am Ostrande des hohen Luftdruckes über Westeuropa sich ausbreitete und dort die Temperatur zum Sinken brachte. In der Regel ist dieser Typus gekennzeichnet durch häufige und ergiebige Schneefälle, die nicht selten die Erhaltung und Verstärkung der Winterkälte begünstigen. So trugen die ausgedehnten und starken Schneefälle in den ersten Tagen des Monats December jedenfalls dazu bei, dass dieser Monat anhaltend so abnorm niedrige Temperaturen zeigte. Vorherrschend war dieser Typus im December 1867, 1870, 1871, 1874, 1878 und im Januar 1868 und 1871.

Typus D und E. Milde Winter. Beide Typen stimmen darin überein, dass dieselben eine Luftdruckvertheilung bieten, welche der oceanischen Luft freien Zutritt in den europäischen Continent gestattet, so dass ihre Herrschaft durch milde Witterung mit häufigen Regenfällen charakterisirt ist. Bei Typus D liegt der hohe Luftdruck über der iberischen Halbinsel und dem Mittelmeere, während das oceanische Depressionsgebiet sich über den nordatlantischen Ocean, Nordeuropa und Nordsibirien erstreckt. Dieser Typus ist vertreten im December 1863, 1866, 1874, 1875 und hauptsächlich im Winter 1883/84. Typus E unterscheidet sich von D durch die Verschiebung des asiatischen Maximums nach Nordrussland und des nordatlantischen Minimums nach den britischen Inseln. Dieser Typus kam vor im December 1862, 1872, 1876 und im Januar 1860, 1872, 1873 und 1877.

Einige Monate schliessen sich nicht den vorhin besprochenen Typen an, so der December 1881 und der Januar 1882. Ersterer gehört zum Theil dem Typus E an, indem das asiatische Maximum sich nach Russland ausgebreitet hatte und die britischen Inseln ziemlich häufig von Depressionen besucht wurden, indessen nähert er sich durch Verschiebung des hohen Luftdruckes westwärts oft nach unseren Gegenden, dem Typus A; vom 23. an war der Typus B vorherrschend. Der Januar 1882 nähert sich im Ganzen dem Typus B, mehrere Tage entsprechen diesem fast vollständig; allein die Verschiebung des Maximums der Rossbreiten hatte nicht Beständigkeit genug. Wenn auch hoher Luftdruck diesen Monat charakterisirt, so war das Wetter doch sehr trübe und daher ver-

WINTERTYPEN.

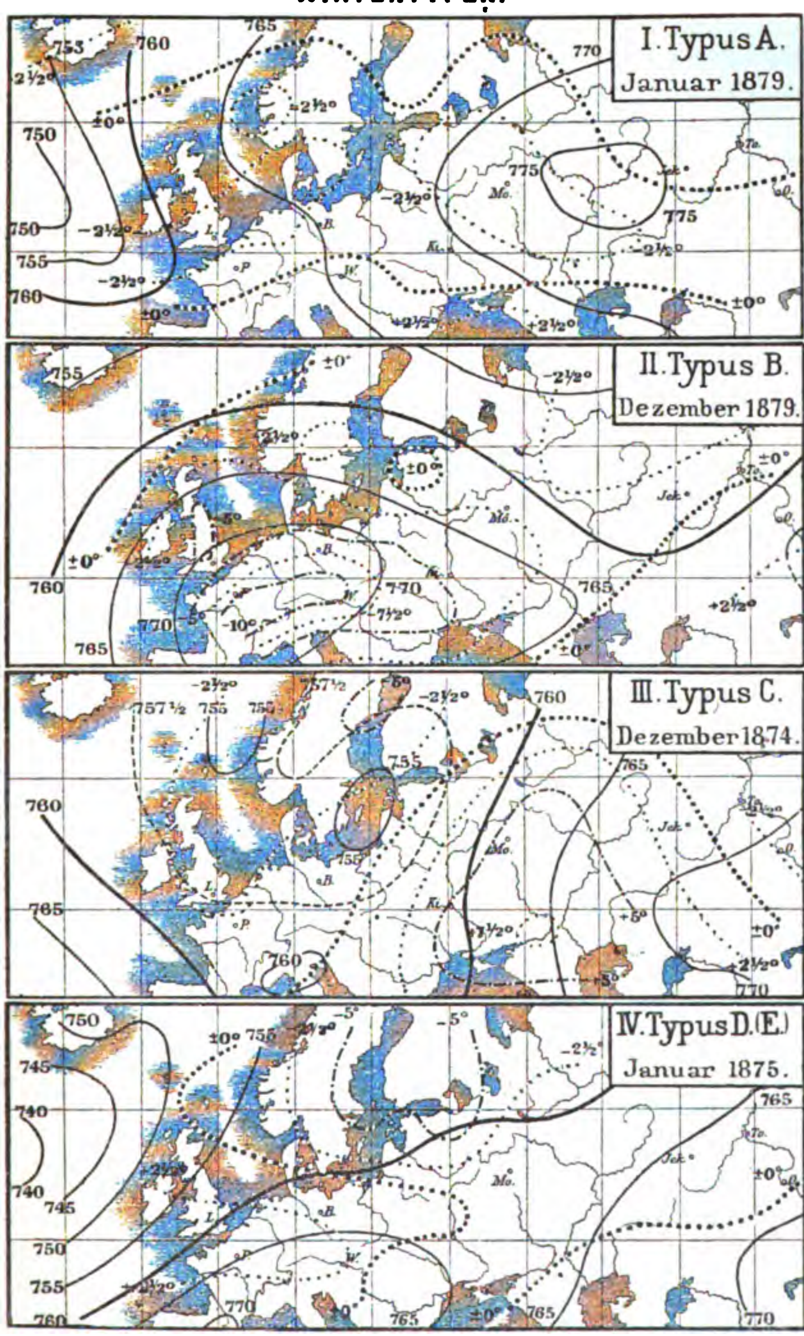


Fig. 63.

hältnissmässig mild. Ausserdem kamen mehrere Anomalien in der Temperaturvertheilung vor, welche durch die eigenthümlichen, durch den Verlauf der Isobaren gegebenen Windverhältnisse noch besonders markirt sind.

In dem Winter 1883/84 waren alle Typen in mehrfachem Wechsel vertreten, die jedoch trotz ihrer geringen Dauer alle ihnen zukommenden Eigenthümlichkeiten scharf hervortreten lassen. Unter den Typen waren die warmen (hauptsächlich Typus D) sowohl der Häufigkeit als der Dauer nach entschieden überwiegend, daher das weite Vordringen des oceanischen Luftstromes aus niederen und mittleren Breiten nach Osten hin in den Continent und der milde Charakter dieses Winters. Die kalten Typen sind fast ausschliesslich durch den Typus C vertreten.

Alle diese Untersuchungen liefern den sicheren Beweis, dass unsere Witterungszustände, ihre Fortdauer und Aenderungen in innigster und unmittelbarer Verknüpfung mit der allgemeinen Wetterlage und ihren Umwandlungen stehen, und dass ein klares und richtiges Verständniss derselben nur in Anlehnung an diese erfolgen kann. Indessen vollziehen sich innerhalb dieses Rahmens meist rasch vorübergehende Veränderungen, die auf den vorwaltenden Witterungscharakter auf grösserem Gebiete zwar keinen sehr beträchtlichen Einfluss haben, aber doch für die Witterungserscheinungen auf verhältnissmässig kleinen Distrikten von eingreifender Bedeutung sind. Barometrische Minima, meistens Randbildungen der grossen Depressionscentren, gleiten oft in rascher Aufeinanderfolge am Rande der grossen barometrischen Maxima fort, äussern auf Wind und Wetter des Gebietes, welches sie durchziehen, im weiteren Umkreise einen ausserordentlichen Einfluss und drücken so der Witterung den Charakter des Veränderlichen, Launenhaften auf. Als eine vermittelnde oder ergänzende Untersuchung über diesen Gegenstand dürfte meine oben eingehend besprochene Untersuchung über „Typische Witterungserscheinungen“ angesehen werden, welche ich Anfangs des Jahres 1883 (also etwas vor dem Erscheinen der Abhandlung Teisserenc de Bort's) in der Einleitung zu der „Monatliche Uebersicht der Witterung“ auszugsweise und bald darauf im „Archiv der Seewarte“ in ausführlicher Behandlung veröffentlichte. Auch diese Untersuchungen weisen auf die Wichtigkeit und Nothwendigkeit für den Prognosendienst hin, die allgemeine Wetterlage auf grösserem Gebiete zu kennen und zu verfolgen. Hierzu genügt das bisherige, nur auf Europa beschränkte Gebiet nicht, sondern

dasselbe muss, soll mit grösserem Erfolg gearbeitet und soll insbesondere der Witterungscharakter für längere Zeit abgeleitet werden, nothwendig westwärts, namentlich nordwestwärts auf den atlantischen Ocean ausgedehnt werden, nach den Gegenden, woher wir, wie ich vorhin zeigte, unser Wetter zu erwarten haben.

Ein solcher, auch über den atlantischen Ocean sich erstreckender Wetterdienst wurde im Jahre 1880 von Hoffmeyer vorgeschlagen[203]), und zwar in der bestimmten Voraussicht, dann im Stande zu sein, die wahrscheinliche Gestaltung des Witterungscharakters für einen längeren Zeitraum angeben zu können.

Da die Durchführung dieses Projektes die Erfolge der ausübenden Witterungskunde erheblich erhöhen würde und sowohl für die Sicherung der Seefahrt*) als auch für die Interessen des Binnenlandes von grosser Tragweite ist, und da dieselbe auf der Tagesordnung der internationalen meteorologischen Berathungen beständig einen Platz gehabt hat und auch noch haben dürfte, so erscheint es geboten, das Projekt an dieser Stelle etwas eingehend zu besprechen.

In den 21 Monaten (September bis November 1873 und December 1874 bis Mai 1876, 638 Tage), welche Hoffmeyer zu seinen Untersuchungen wählte, liessen sich auf dem Ocean zwischen 30° und 70° n. Br. und 10° und 60° w. L. (Gr.) 285 Minima von grösserem Umfange verfolgen. Unter diesen erschienen (wahrscheinlich aus dem arktischen Amerika kommend) 8 % (23) in der Baffinsbay oder Davisstrasse, 44 % (126) kamen aus den Vereinigten Staaten oder Canada, 9 % (25) zeigten sich (wahrscheinlich aus den Tropen kommend) zwischen den Azoren und Neufundland, 37 % (106) bildeten sich auf dem Ocean durch Theilung schon bestehender Minima und endlich 2 % (5) hatten ihren Ursprung auf offenem Meere.

Nur die Hälfte aller Minima (145) erreichte 10 ° w. L. Unter diesen waren 12 % arktische, 47 % nordamerikanische, 5 % tropische, 33 % Theilminima und 3 % auf dem Ocean entstandene.

Von den 126 Depressionen, welche das gemässigte Nordamerika an den Ocean abgab, kamen nur 68 oder 54 % (gemischt mit einer

---

*) Nach dem Berichte des Board of Trade für 1879/80 fanden an der englischen Küste durch die Ungunst des Wetters verursachte Seeunfälle statt:

	Totalverluste	Grössere Seeunfälle	Kleinere Seeunfälle	Summe
1876/77	130	367	1258	1805
1877/78	138	289	1002	1429
1878/79	121	227	761	1109
1879/80	97	213	581	891

noch grösseren Anzahl Minima) nach Europa, während 58 oder **46** % auf dem Ocean selbst entstanden.

Die Bahnen der ersteren **68** Minima lassen sich in 4 Gruppen zerlegen (vergl. Karte Fig. 64): **22** passirten Grönland; 1) von diesen gingen **14** nördlich von Island vorbei und streiften nur die nördlichsten Küsten Norwegens, die übrigen 8 schlugen eine von Island südlich gelegene Route ein und zogen theils (5) zwischen Island und Schottland in östlicher Richtung, theils (3) erreichten sie die britischen Inseln in südöstlicher Richtung. Von den eben genannten 22 Minima hatten weitaus die meisten (20) vor Betreten des Oceans die Seeregion passirt, nur 2 kamen aus dem südlichen Theile Nordamerikas. Alle diese Minima (22) erzeugten an irgend welchen Küstentheilen Europas, insbesondere an den norwegischen, stürmische Winde.

2) **13** Minima gingen südlich von Grönland nahe an Island vorüber, 7 von ihnen wandten sich nordostwärts nach der Nordspitze Europas, 3 schritten zwischen Island und Schottland fort und andere südostwärts gegen die britischen Inseln. Die Intensität dieser Minima nahm meistens mit dem Fortschreiten nach Osten zu, nur 2 verursachten keine Stürme in Westeuropa. Diese Minima schienen an der norwegischen Küste und über den britischen Inseln gleich häufig stürmische Winde zur Folge zu haben.

3) **20** Minima zogen in ostnordöstlicher Richtung quer über den Ocean und schnitten den 50. Parallel durchschnittlich in 40° w. L.; in dieser Gegend theilten sich ihre Bahnen, indem die Majorität, 13, zwischen Island und Schottland, 6 ostwärts nach Grossbritannien und 1 südostwärts nach Portugal sich fortpflanzten. Wie bei den übrigen Gruppen nimmt die Intensität der Minima bei weiterem Fortschreiten nach Osten zu und nur mit einer einzigen Ausnahme waren alle diese Minima für Europa stürmisch.

4) **13** Minima zogen auf südlicher Route bei den Azoren vorüber, indem sie den ganzen Ocean durchkreuzten. Weniger als die Hälfte dieser Minima verursachte in Westeuropa Stürme.

Die mittlere Zeitdauer, während welcher die Minima von 60° bis 10° w. L. den Ocean überschritten, ist aus folgender Tabelle ersichtlich:

<table>
<tr><th></th><th>2—3</th><th>3—4</th><th>4—5</th><th>5—6</th><th>6—7</th><th>7—10</th><th>Tage</th></tr>
<tr><td>Ueber Grönland</td><td>6</td><td>7</td><td>2</td><td>3</td><td colspan="2">4</td><td>Fälle</td></tr>
<tr><td>„ Irland</td><td>3</td><td>5</td><td>3</td><td colspan="3">2</td><td>„</td></tr>
<tr><td>Quer über den Ocean</td><td>2</td><td>4</td><td>3</td><td>5</td><td>4</td><td>2</td><td>„</td></tr>
<tr><td>Ueber die Azoren</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>2</td><td>„</td></tr>
</table>

Auf den nördlicheren Routen (Länge etwa 3000 km) erfolgte also die Fortpflanzung rascher als auf südlichen (Länge etwa 3700 km). Das Mittel betrug etwa 4 1/2 Tag.

Im Allgemeinen schlug mehr als die Hälfte (55 %) der Depressionen, welche von den Vereinigten Staaten ausgingen, die Richtung nach Grönland und Island ein, ein Viertel (26 %) ging quer über den Ocean, während ein Fünftel (19 %) nach den Azoren fortschritt.

Von den 68 Minima, welche Europa erreichten, bewirkten 59 stürmische Winde an irgend einem Theile der westeuropäischen Küste, in 48 Fällen an der norwegischen, in 32 Fällen über den britischen Inseln, in 19 Fällen an den französischen Küsten und in 11 Fällen an der iberischen Halbinsel. Wie oben (Seite 265) gezeigt wurde, wird die Gewalt der meisten Stürme gebrochen, wenn sie sich von den britischen Inseln unseren Küsten nähern und hieraus können wir abnehmen, dass die Anzahl der Minima, welche von Amerika zu uns herüberkommen und an unserer Küste stürmische Winde erzeugen, verhältnissmässig sehr gering ist.

Die Geschwindigkeit und die Intensität, welche die Minima westlich von 60° L. zeigten, boten keine Anhaltspunkte zur Beurtheilung ihrer weiteren Schicksale auf dem Ocean, so dass diese lediglich von den Witterungsverhältnissen abhängen, welche die Minima auf dem Ocean selbst antreffen.

Die Minima, welche in den Tropen ihren Ursprung haben und zwischen Neufundland und den Azoren erscheinen, erreichen selten Europa, 2 schritten nach Grönland fort, 1 nach Island, 1 nach den Far-Öern, 1 nach Grossbritannien, und 2 nach Frankreich. Diese Minima nahmen mit einer einzigen Ausnahme bei ihrem weiteren Fortschreitten nach Osten an Intensität zu und erzeugten Stürme an den westeuropäischen Küsten. Andere 17 Depressionen ähnlichen Ursprungs erreichten Europa nicht, 10 füllten sich aus und 7 wurden von anderen Depressionen absorbirt.

Sehr häufig ist auf dem atlantischen Ocean das Auftreten secundärer Minima (Theilminima) in der Peripherie anderer Depressionen; sie machten 37 Procent aller Minima aus. Diese Theilminima werden am häufigsten von den zwischen unseren und den amerikanischen Häfen verkehrenden Schiffen angetroffen, so dass die Hauptcentra hoch im Norden in selten besuchten Meerestheilen liegen. Bei ihrem Vorübergange schiesst gewöhnlich der Wind in mehr oder weniger heftigen Böen rasch von Südwest nach Nord-

west aus, um dann langsam wieder nach Südwest zurückzudrehen. Wie schon bemerkt, sind diese Theilminima auch in Westeuropa ausserordentlich häufig, sie bewegen sich hier um das Hauptminimum gegen die Bewegung des Uhrzeigers und entwickeln sich dann nicht selten zu selbständigen Actionscentra, während das Hauptminimum sich ausfüllt. Es würde zu weit führen, auf diese interessanten Erscheinungen hier weiter einzugehen.

Von den 48 hier in Betracht kommenden Theilminima überschritten 9 (19%) den Meridian 10° w. L. nördlich vom 65° n. B., 4 (8%) zwischen 60 und 65° n. B., 23 (48%) zwischen 50 und 60° n. B., 9 (19%) zwischen 40 und 50° n. B. und 3 (6%) südlich vom 40° n. B., so dass also fast die Hälfte derselben über die britischen Inseln hinwegging. 33 Theilminima verursachten an den Westküsten Europas stürmische Winde, nahezu gleich häufig über Norwegen, Grossbritannien und Frankreich, seltener über Portugal.

Diese Resultate benützt zunächt Hoffmeyer zur Untersuchung der von Amerika nach Europa telegraphisch mitgetheilten Sturmwarnungen, welche von einem Privatmanne, dem Besitzer des „New-York Herald" ausgehen und welches Unternehmen ursprünglich mit dem Signal Office in Washington nichts zu thun hatte. Das Material zu diesen Sturmwarnungen liefern ohne Zweifel ausgiebige wettertelegraphische Berichte aus Amerika selbst, dann Nachrichten von den in Amerika ankommenden Schiffen und dieses wird benutzt, die Küstenbewohner Westeuropas mehrere Tage im voraus von der Annäherung atmosphärischer Störungen, die den Ocean überschreiten, zu benachrichtigen sowie die von Europa ausgehenden Schiffe vor schlechtem Wetter zu warnen, was sie auf dem Ocean auf ihrer Reise nach Amerika zu erwarten haben.

Wie sehr auch die grosse Opferwilligkeit und die Energie dieser Zeitung, deren Verdienste durch die Mission Stanley's allerwärts bekannt sind, anerkennenswerth ist, so folgt aus den vorhergehenden klaren Darlegungen Hoffmeyer's die Haltlosigkeit des Systems, soweit es die Sturmwarnungen betrifft.

Zunächst sind die atmosphärischen Zustände auf dem Ocean nicht so einfach und wenig veränderlich, als man aus mehreren Gründen erwarten sollte, auch die Bahnen der Störungen zeigen keine grössere Einförmigkeit und Regelmässigkeit, als auf dem Continente, so dass wir mit aller Bestimmtheit behaupten können, dass es ebenso unmöglich ist für ein meteorologisches System in Nordamerika die Bahn eines von Amerika abgehenden Minimums im

Voraus anzugeben, ohne die Wetterlage zu kennen, welches dieses auf seinem Wege antreffen wird, als ein im Westen Europas gelegenes Institut ausser Stande ist, Osteuropa zu warnen, ohne Kenntniss von den dazwischen liegenden Witterungszuständen zu haben. Fast alle Minima, die von Amerika nach Europa fortschreiten, haben westlich vom 60° w. L. nahezu dieselbe Richtung, erst mitten auf dem Ocean erfolgt eine entscheidende Schwenkung, und erst jetzt lässt sich mit grosser Wahrscheinlichkeit festsetzen, welcher Theil der europäischen Küsten von dem Minimum betroffen wird. Zu diesem Zwecke aber erscheint es nothwendig, die Vertheilung des Luftdruckes und die übrigen Witterungserscheinungen sowohl auf dem Ocean als in Westeuropa zu kennen.

Dann erscheint es unmöglich, die Zeitdauer zu bestimmen, welche erforderlich ist, damit ein Minimum den Weg von Nordamerika zurücklege, da diese wie oben bemerkt, grossen Schwankungen unterworfen ist. Auch die Geschwindigkeit und die Intensität, welche die Minima in Amerika beim Betreten des Oceans zeigten, geben keine Anhaltspunkte für ihr späteres Verhalten. Andererseits erleiden die Depressionen auf dem Ocean mancherlei Umgestaltungen, Neubildungen und Rückbildungen, Unregelmässigkeiten in der Richtung und Geschwindigkeit, welche auf jener Grundlage im voraus nicht erkannt oder nur vermuthet werden können; „die Kenntniss der atmosphärischen Zustände über dem östlichen Theile des atlantischen Oceans und über Europa, sowie der Kräfte, welche dort in Wirkung sind, wird unzweifelhaft nothwendig sein, um sich eine klare Vorstellung von der Sachlage machen zu können, und zu bestimmen, welcher Theil Europas von einem Minimum, welches westlich von 40° w. L. liegt, getroffen wird." Die Beobachtungen aus Westeuropa allein lassen einen Schluss über die Zustände und Vorgänge auf dem Ocean nicht zu, auch die Kenntniss der Witterungserscheinungen in den arktischen Gegenden, wohin mehr als die Hälfte der von Amerika kommenden Minima wandern, ist durchaus nothwendig.

In neuester Zeit ist jenes System durch das Signal Office in Washington, wie es scheint, erheblich modificirt und verbessert worden. Gegenwärtig werden einzelne Staaten Westeuropas, z. B. Grossbritannien und Holland, auf Grundlage umfassender Berichte (namentlich von in Amerika einlaufenden Schiffen) von den Zuständen auf dem atlantischen Ocean aus letztverflossener Zeit unterrichtet, so dass man in vielen Fällen über den Ursprung grösserer

atmosphärischer Störungen unterrichtet ist, wenn sie die europäischen Küsten erreichen. Ausserdem enthalten diese Telegramme gelegentliche Mittheilungen über Eisberge, verlassene Schiffe etc. Im Monate Januar 1886 kamen 12, im Februar desselben Jahres 8 solcher transatlantischen Telegramme zur Versendung, von denen ich hier 2 als Beispiele aus dem Londoner „Dayly Weather Report“ wiedergebe:

15. Februar 1886: „Atlantic Telegramm: The Chief Signal Officer at Washington U. S. reports that on the 13th Jnst. a fresh gale from E. shifting to SW. was experienced in Lat. 40° N. Long 73° W. the barometer at 8 a. m. falling to a minimum of 29,5 inch.“

25. Februar 1886: „Atlantic Telegramm: The Chief Signal Officer at Washington U. S. reports, that on the 18th Jnst. icebergs were seen in Lat. 47° N. Long. 46° W.“

Als Resultat seiner Untersuchungen legt Hoffmeyer sein Projekt zur Organisation eines wettertelegraphischen Dienstes mit Bezug auf den nordatlantischen Ocean mit folgenden Worten vor:

„Nachdem erwiesen ist, dass die atmosphärischen Störungen über dem Ocean in derselben Weise ostwärts fortschreiten wie über den angrenzenden Continenten; dass gewiss eine bedeutende Anzahl (61 %) der Störungen, welche wir auf dem atlantischen Ocean begegnen, von Westen dorthin gelangt ist, die einen durch die Vereinigten Staaten und Canada, die anderen aus weiter nördlich oder südlich gelegenen Regionen, indessen auch dass gleichzeitig eine durchaus nicht zu vernachlässigende Anzahl von Störungen (39 %) auf dem atlantischen Ocean selbst durch Spaltung und spontane Ausbildung entsteht; dass nur die Hälfte der auf dem Ocean beobachteten Störungen nach Europa gelangt; dass die Fortpflanzungsrichtung der Störungen in Amerika und die Eigenschaften, welche sie dort zeigen, kein Material über ernstliche Schlussfolgerungen über ihre weitere Bahn auf dem atlantischen Ocean und die Eigenschaften, die sie dort entwickeln, darzubieten vermögen; dass auch durch Combination der amerikanischen Beobachtungen mit den europäischen man keine zuverlässige Auskunft gewinnen kann über das, was auf dem atlantischen Ocean vor sich geht oder geschehen wird — ergiebt sich als nothwendiges Resultat: dass man, um sich in Europa thunlichst gegen Ueberraschungen zu schützen, die vom atlantischen Ocean kommen, suchen muss, sich die nöthigen Aufklärungen über die augenblicklichen Witterungszustände auf diesem Meere zu verschaffen, und diese Auskünfte mit Nachrichten aus Amerika combiniren muss,

mit andern Worten: Man muss suchen für den atlantischen Ocean einen regelmässigen, auf den thatsächlichen Zuständen begründeten Witterungsdienst einzurichten.

Auf den ersten Blick erscheint dieses freilich als eine Unmöglichkeit, aber ich bin fest überzeugt, dass das Unternehmen nicht allein möglich ist, sondern sich durch Mittel erreichen lässt, welche mir keineswegs ausser Verhältniss mit den zu erreichenden Vortheilen zu stehen scheinen. Wenn man die meteorologischen Stationen der Far-Öer, Islands und Südgrönlands, sowie der Azoren, in telegraphische Verbindung mit Europa setzt, und gleichzeitig die Bermuden mit Nordamerika, so wird es möglich sein, nach den Mittheilungen von diesen Punkten und jenen von Westeuropa und dem östlichen Nordamerika tägliche synoptische Karten zu entwerfen, welche die Witterungszustände auf dem nordatlantischen Ocean darstellen. In der Mehrzahl der Fälle würde diese Darstellung mit hinreichender Sicherheit die Vertheilung des Luftdrucks auf dem Ocean in ihren Hauptzügen erkennen lassen, jedenfalls würde sie dieses thun, wenn eine atmosphärische Störung von einiger Bedeutung sich Europa nähert . . . Alles, was nöthig sein wird, ist also ein gründliches Studium der Formen, welche der Witterungszustand auf dem atlantischen Ocean bestimmt, und der Art, in welcher die Veränderungen derselben gewöhnlich vor sich gehen, genaue Kenntniss dessen, wie sich die localen Verhältnissn der Stationen unter bestimmten Bedingungen gestalten, und Uebung in der Praxis des Systems. Die Mehrzahl der Meteorologen wird ohne allzuviel Mühe diesen Forderungen des Programms genügen können."

Auf unserer Figur, auf welcher wir die 6 von Hoffmeyer gegebenen Karten vereinigt haben, finden wir 85 nach Europa verlaufende Bahnen, die 3 nördlichen mit 52 (61%) Minima gehen so nahe an Grönland und Island vorüber, dass man ohne Zweifel im Stande ist, dieselben durch die Beobachtungen der in jenen Gegenden gelegenen Stationen zu verfolgen. Von den beiden südlichen Bahnen mit 33 Minima biegen 14 (17%) ziemlich frühe gegen Island ab, 7 (8%) gehen so nahe an den Azoren vorüber, dass sie durch die Beobachtung auf diesen Inseln leicht erkannt werden können, es bleiben also im Ganzen nur 12 (6 + 5 + 1) Bahnen, also im Ganzen nur 14% aller Bahnen, übrig, deren Beobachtung schwierig ist, weil sie gerade zwischen Island und den Azoren liegen. Gewöhnlich aber besitzen die den letzteren Bahnen angehörigen Depressionen

einen grossen Umfang, während ihre Form südnordwärts ausgedehnt ist, so dass auch diese ziemlich leicht verfolgt werden können, ohne über die Lage des Centrums und die Grösse der Gradienten genaue Anhaltspunkte erlangen zu können.

Ferner ist die Kenntniss der barometrischen Maxima auf dem Ocean für die Fortbewegung und Umgestaltung der Depressionen sowohl auf dem Ocean selbst, als auch in Europa, von hoher Bedeutung. Diese zeigen auf dem atlantischen Ocean und Europa

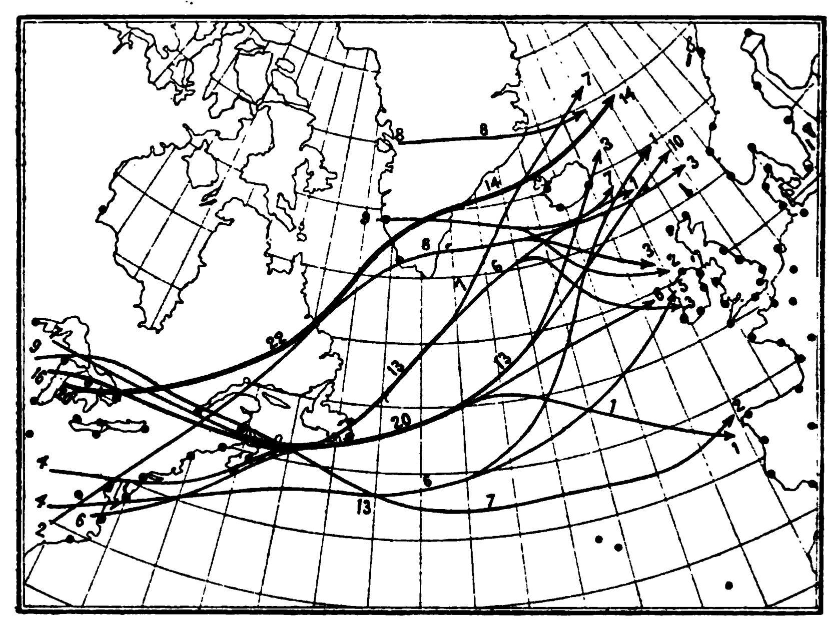


Fig. 64. Hoffmeyer's Project.

eine entschiedene Tendenz, Lage und Form längere Zeit beizubehalten und zwingen so die Depressionen, einen bestimmten Weg zu verfolgen, während sie auch gleichzeitig ihre Fortpflanzungsgeschwindigkeit beeinflussen. Von besonderer Wichtigkeit ist der hohe Luftdruck mit ruhigem, heiterem Wetter, welcher sich gewöhnlich continuirlich von den Bermuden nach den Azoren erstreckt; geringe Aenderungen haben grosse Bedeutung für die Witterung sowohl auf dem Ocean als in Westeuropa.

Ich möchte hier auch ganz besonders auf die Wichtigkeit der Kenntniss der Temperaturvertheilung auf dem Ocean hinweisen, deren Bedeutung Hoffmeyer nur andeutungsweise erwähnt, da

diese, wie oben bemerkt wurde, mit der Fortpflanzung der Depressionen im innigsten Zusammenhange steht (vgl. oben Seite 290).

„Die Ausdehnung und wirkliche Lage der Gebiete hohen Druckes, bemerkt Hoffmeyer, können nicht vollständig beurtheilt werden, wenn man dieselben nicht von Europa aus verfolgen kann; ebenso hat auch der Ocean seine eigenen Maxima, welche nach den europäischen Beobachtungen nicht bestimmt werden können, ja deren Existenz man zuweilen nicht ahnen kann, und welche doch eine entscheidende Wirkung ausüben auf die Witterungszustände bei uns. Wenn man dieses beachtet, glaube ich, dass der Witterungsdienst in Europa mit Hilfe der synoptischen Karten vom atlantischen Ocean, wie ich sie vorschlage, in Stand gesetzt werden wird, seine Thätigkeit, welche fast ganz auf die Wetterprognosse von einem Tage zum anderen beschränkt war, dahin auszudehnen, dass in Zukunft er im Stande sein wird, wahrscheinliche Angaben darüber zu machen, in welcher Art die Witterungsverhältnisse für einen längeren Zeitraum sich zu gestalten scheinen.

Dass die transatlantische Schifffahrt sich auf verschiedene Weise Vortheile aus solchen ungefähren Witterungskarten vom Ocean ziehen könnte, bedarf kaum des Nachweises. Diese Karten werden im Stande sein, Schiffe, die aus europäischen Häfen auslaufen, zu verhindern, in das Gebiet starker atmosphärischer Störungen sich zu begeben; sie werden mit Vortheil zur Wahl zwischen verschiedenen möglichen Wegen benutzt werden können; sie werden wichtige Nachrichten über den Zustand der Passate bei den Azoren zu geben vermögen, welche durchaus nicht so regelmässig sind, wie gewöhnlich vorausgesetzt wird; endlich werden dieselben von grösster Wichtigkeit sein für Rheder und Befrachter, welche in der Lage sein werden, ungefähr den Fortgang ihrer Schiffe verfolgen zu können, und häufig eine genügende Erklärung für die Verspätung derselben in den vorwaltenden Windverhältnissen zu finden."

Dass das Hoffmeyer'sche Projekt bei allen internationalen Conferenzen der Gegenstand eingehender Berathungen war und als eine Angelegenheit von hoher internationaler Bedeutung betrachtet wurde, habe ich im I. Theile dieses Handbuches (Seite 313 ff.) ausführlich besprochen, ich erwähne hier nur noch, dass die Vorstände deutscher meteorologischer Institute in einer in Bezug auf den praktischen Witterungsdienst am 3. April 1880 in Hamburg abgehaltenen Conferenz in Beziehung auf das oben dargelegte Projekt folgenden Beschluss fasste: „Die Conferenz sieht es als den wich-

tigsten Schritt in der weiteren Entwickelung der Wetterprognose, die Aufstellung allgemein gehaltener Prognosen für mehrtägige Zeiträume, an, und hält diesen Schritt für thunlich, wenn die Beschaffung täglicher telegraphischer Wetterberichte aus dem Umkreis des nordatlantischen Oceans ermöglicht wird nach dem Vorschlage, welcher auf der Hamburger Conferenz im December 1875 und neuerdings mit specieller Motivirung von Herrn Cpt. Hoffmeyer gemacht ist. Die Conferenz hält desshalb die Herstellung einer telegraphischen Verbindung mit den Far-Öern, Island, Grönland und den Azoren für eine Angelegenheit von grossem internationalem Interesse und ersucht das deutsche Mitglied des internationalen meteorologischen Comité's die Verfolgung der Angelegenheit durch diese Institution zu beantragen."

VIII. Aufeinanderfolge der unperiodischen Witterungserscheinungen.

Schon öfter wurde in diesem Buche auf die grosse Mannigfaltigkeit und Unbeständigkeit der Witterungserscheinungen hingewiesen und in der That scheint die Aufeinanderfolge der verschiedenen Witterungscharaktere regellos und dem reinen Zufall unterworfen zu sein — und doch zeigt diese bei genauer Untersuchung eine gewisse Gesetzmässigkeit, wodurch es möglich ist, auf gewisse Fragen über das kommende Wetter bestimmten Aufschluss zu geben. Dieses Resultat erhielt Köppen, als er die Wahrscheinlichkeitsrechnung auf Witterungsbeständigkeit und Witterungswechsel und auf die Störungen anwandte, und da diese Untersuchung für die ausübende Witterungskunde von grosser Bedeutung ist, wollen wir die Hauptresultate dieser Arbeit hier in gedrängter Kürze wiedergeben, indem wir in Bezug auf die theoretischen Betrachtungen auf die Originalabhandlung selbst verweisen [204].

„Die folgenden Untersuchungen, bemerkt Köppen, „sollen einen, wenn auch geringen Beitrag zu dem Materiale liefern, das zur Begründung einer Erkenntniss auf diesem Gebiete nöthig ist und zugleich einen neuen Anhaltspunkt für die praktische Wetterprognose geben,' das so viel erwünschte und nie völlig zu erreichende Ziel. In der neuesten Zeit hat dieser Zweig der angewandten Meteorologie grossartige Fortschritte gemacht und Erfolge erzielt durch die

Möglichkeit, mittels Telegramme den angeblichen Zustand der Witterung über grosse Länderstrecken zu überblicken. Aber die Resultate dieser Vergleichungen können doch jetzt und auf längere Zeit hinaus fast nur dem im Hafen zum Auslaufen bereiten Seemann nützen, dem Landmann sind diese Wetterprophezeiungen meist ganz unzugänglich, wenigstens zu der Zeit, wo sie ihm noch nützen könnten; und da ihm doch die Vorherbestimmung des Wetters in manchen Fällen sehr wichtig ist, so ist er hiefür allein auf seine eigenen Beobachtungen an einem einzigen unveränderlichen Orte angewiesen. Jede Untersuchung, welche für diese Art der Wetterprognose neue Handhaben giebt, mag daher für die praktische Meteorologie erwünscht sein.

Ich betrachte im Folgenden bestimmte Seiten des Witterungscharakters aufeinanderfolgender natürlicher oder willkürlicher Zeitabschnitte und vergleiche die Häufigkeit eines Wechsels in diesem Charakter mit der Fortdauer des gleichen durch mehrere Zeitabschnitte. Hierzu eignen sich entweder die Erscheinungen direkt: z. B. wenn ich die Gruppen mit oder ohne Niederschlag betrachte; — oder es muss aus denselben der Einfluss der (jährlichen) Periode, der sie unterworfen sind, eliminirt werden, und dann behandle ich die Abweichungen vom vieljährigen Mittel, die „Störungen".

Nach dem Vorgange Schiaparelli's über das Klima von Vigevano berechnet Köppen die Wahrscheinlichkeit eines Wetterwechsels oder der „Veränderlichkeit" *) und untersucht dann die Grösse der mittleren Veränderlichkeit für verschiedene Factoren der Witterung und deren Abhängigkeit von einigen begleitenden Umständen und zuletzt die jährliche Periode der Wetterveränderlichkeit.

Bedeutet V die berechnete Veränderlichkeit, die einer zufälligen Aufeinanderfolge der Wechsel entspricht, V^1 die beobachtete, ML die mittleren Periodenlänge, so erhält man für Brüssel (1833—1862) und Dorpat (15 Jahre) folgende Werthe (Temp. = Tagesmittel mit + und — Abweichungen, a = Regentag, b = trockener Tag, c = Mittel).

	Brüssel	Brüssel Regen			Dorpat	
	Temp.	a.	b.	c.	Klar	Regen
V (berechnet)	0,498	0,481	0,519	0,500	0,801	0,573
V^1 (beob.)	0,194	0,294	0,314	0,304	0,444	0,416
ML (beob.)	5,16 Tage	3,42 Tage	3,16 Tage	3,29 Tage	2,25 Tage	2,40 Tage
ML (berechnet)	2,01 „	2,08 „	1,92 „	2,00 „	1,24 „	1,75 „

*) Ist α die Wahrscheinlichkeit des Eintretens einer Erscheinung, so ist $1-\alpha$ die Veränderlichkeit oder die Wahrscheinlichkeit eines Witterungswechsels.

Diese Zahlen zeigen eine entschiedene Tendenz des Wetters, den jeweiligen Charakter zu erhalten.

Die Wahrscheinlichkeit eines Wetterwechsels, d. h. des Uebergangs zwischen einer positiven Abweichung und einer negativen oder zwischen einem Regentag und einem regenlosen ohne Rücksicht auf die Grösse der Aenderung, nach 1, 2, 3 etc. Tagen ergiebt sich aus folgender Tabelle*):

Wahrscheinlichkeit eines Wetterwechsels.

Nach Perioden gleichen Wetters.	Brüssel		Dorpat	
	Temp.	Regen.	Klar.	Regen.
Nach 1 Tage	0,251	0,366	0,511	0,459
„ 2 Tagen	0,242	0,319	0,471	0,396
„ 3 „	0,216	0,302	0,342	0,412
„ 4 „	0,206	0,258	0,377	0,376
„ 5 „	0,165	0,266	0,312	0,388
„ 6 „	0,169	0,244	0,333	0,323
„ 7 „	0,148	0,255	0,273	0,370
„ 8 „	0,142	0,304	0,500	3,45
„ 9 „	0,161	0,211	0,500	0,474
„ 10 „	0,167	0,188		
„ 11 „	0,132	0,256		
„ 12 „	0,113	0,230	0,400	0,247
„ 13 „	0,126	0,128		
„ 14 „	0,159	0,170		
„ 15 „	0,119			
„ 16 „	0,161			
„ 17 „	0,090	0,230		0,384
„ 18 „	0,069			
„ 19 „	0,202			
„ 20-24 Tagen	0,136	0,074		
„ 25-29 „	0,112	0,166		
„ 30-34 „	0,190	0,010		
„ 35-60 „	0,098			

Hiernach nimmt die Wahrscheinlichkeit eines Witterungswechsels mit der Länge der Periode ab, oder die Wahrscheinlichkeit der Fortdauer desselben Witterungscharakters wächst mit der Länge der verstrichenen Zeit von betreffender Witterung, so dass also mit jedem neuen Regentage die Hoffnung geringer wird, dass der fol-

*) Die Wahrscheinlichkeit eines Wetterwechsels nach r Tagen ist $\frac{p}{p+p'}$, wenn p die Zahl der Perioden von r Tagen ist, p' die Gesammtzahl der längeren.

gende Tag keinen Regen bringen wird. Dabei ist indessen zu berücksichtigen, dass, so lange die Wahrscheinlichkeit eines Wechsels über Null liegt, so sehr sie auch abnehmen mag, die Zahl der Perioden mit der steigenden Länge derselben stetig abnehmen muss. Je länger also eine Periode ist, desto kleiner ist die Wahrscheinlichkeit ihres Eintritts.

Andere Zusammenstellungen über die Tage mit und ohne Niederschlag machten Gasparin für Paris, Orange (an der unteren Rhône) und Nicolesi (auf Sizilien), Wesselowskij für Wladimir und Charkow. In der folgenden Tabelle sind die Perioden mit und ohne Niederschlag zusammengerechnet und das Mittel aus den einzelnen Monaten mitgetheilt. Dabei wurde das Mittel aus den Differenzen zwischen Beobachtung und Rechnung für die einzelnen Monate genommen, wodurch der Einfluss der jährlichen Periode sehr geschwächt wird. Unter „Index" (der Erhaltungstendenz) verstehen wir den Quotienten aus der wirklichen Differenz und der grössten möglichen.

	Nicolesi 20 Jahre	Orange 36 Jahre	Paris 33 Jahre	Wladimir 19 Jahre	Charkow 15½ Jahre	Brüssel 30 Jahre
ML (beobachtet)	6,31	3,12	3,46	2,98	2,78	3,29
V^1 „	0,202	0,326	0,293	0,340	0,364	0,304
V (berechnet)	0,248	0,370	0,487	0,435	0,458	0,500
V^1—V	—0,046	—0,044	—0,194	—0,095	—0,094	—0,096
Index	0,185	0,118	0,398	0,219	0,205	0,392

Aus den Untersuchungen Eisenlohr's über den Einfluss des Windes auf den Barometerstand [205]) ergeben sich folgende Zahlen für die Wahrscheinlichkeit eines Stillstandes des Windes zwischen 2 Beobachtungen:

Wahrscheinlichkeit für die Beständigkeit der Windrichtung.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Mittel
Beobachtet	0,591	0,742	0,661	0,312	0,366	0,770	0,613		
Berechnet	0,098	0,223	0,082	0,012	0,028	0,353	0,162	0,042	0,2745
Differenz	0,493	0,519	0,579	0,300	0,338	0,417	0,451	0,365	0,4066
Index	0,546	0,667	0,630	0,304	0,348	0,645	0,538	0,381	0,560

Die Erhaltungstendenz ist also am stärksten bei den Ostnordost- und Westsüdwest-Winden, am schwächsten bei den Winden aus Nordwest und Südost—Süd; die letzteren zeigen dadurch den Charakter des Zufälligen, Unregelmässigen in viel höherem Grade, als die beiden Hauptströme; „die grössere Seltenheit hat hierauf keinen direkten Einfluss, da der Einfluss dieses Factors in der letzten Reihe der oberen Tafel eliminirt ist; aus den letzteren geht im Gegentheil hervor, dass die Nordost- und Südwest-Winde sich auch durch andere Eigenschaften, als ihre blosse Häufigkeit aus den übrigen Windrichtungen herausheben: sie tragen den Charakter des Beständigeren, Gesetzmässigeren an sich und die Lehre von den

beiden wesentlichen Luftströmen — dem Passat und Antipassat — erhält dadurch eine beachtenswerthe Stütze.“

Die Zahlen der folgenden Tabelle drücken die Wahrscheinlichkeit aus, dass die Temperatur des folgenden Monats im entgegengesetzten Sinne vom vieljährigen Mittel abweiche als die der vorhergehenden (die unter 0,1° C. = 0,08° R. liegenden Abweichungen sind nicht berücksichtigt, die Küstenorte beziehen sich auf Westeuropa und Nordamerika, die Continentalorte auf Sibirien, Südrussland und Südostdeutschland):

	Januar	Febr.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August	Septbr.	Octbr.	Novbr.	Decbr.	Zahl der Jahre.
Ostseebecken	0,425	348	403	435	461	350	382	483	464	471	430	404	311
Südöstl. Deutschland .	0,429	378	398	478	445	341	383	414	419	491	407	441	421
Grossbritannien . . .	0,441	362	332	486	376	380	366	339	364	417	413	351	205
Westeuropa	0,439	390	332	492	439	387	371	390	373	439	415	441	391
Südl. Russland . . .	0,408	347	470	413	357	417	266	333	487	383	417	347	108
Sibirien	0,443	430	337	453	423	370	427	453	440	400	400	440	86
Italien	0,490	407	336	432	434	401	404	425	350	379	348	390	157
Inneres v. N-Amerika .	0,453	347	380	527	550	333	197	413	483	537	440	400	103
Küste v. N.-Amerika .	0,459	390	317	358	374	365	344	330	397	491	485	442	226
Europa	0,431	371	381	453	439	367	365	418	416	465	417	426	1231
Amerika	0,449	374	333	405	432	369	317	352	420	501	464	430	329
12 Küstenorte	0,417	390	326	438	413	378	360	366	383	460	443	441	617
16 Continentalorte . .	0,431	377	397	471	444	357	340	407	445	466	408	419	718

Hieraus folgt, dass die Veränderlichkeit der Witterung von Monat zu Monat 2 Maxima hat: im Frühjahr (von April auf Mai) und im Herbst (von October auf November). Das Minimum der Veränderlichkeit fällt in der alten und neuen Welt an der Küste zwischen März und April, im Binnenlande zwischen Februar und März.

In der jährlichen Periode giebt es 2 Punkte — im frühen Frühjahr und im Hochsommer — wo man 2 gegen 1 wetten kann, dass, wenn der laufende Monat zu kalt ist, auch der nächste zu kalt sein werde, und wenn der laufende zu warm ist, auch der nächste zu warm sein werde.

Ob auch die Abweichungen vom Mittel bei den anderen meteorologischen Elementen ähnliche periodische Störungen aufweisen, darüber giebt folgende Tabelle einige Anhaltspunkte.

	Januar	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	Octbr.	Novbr.	Decbr.	Jahre.
Luftdruck:													
Hohenpeissenberg . .	0,415	302	443	370	520	540	400	450	490	420	370	598	54
Windrichtung:													
Leipzig	0,433	406	453	507	514	490	528	433	561	516	471	344	36
Niederschlagsmenge:													
Breslau	0,270	485	387	540	459	267	276	422	417	500	306	323	55
Prag	0,408	368	430	540	445	543	500	405	611	472	486	474	50
Niederschlagstage:													
Stuttgart	0,525	558	500	500	500	420	345	538	625	554	518	551	64
Kiew	0,556	333	448	448	400	452	448	500	533	467	417	520	36
Nikolajew	0,462	321	355	360	416	480	476	435	586	430	442	420	34
Heiterkeit:													
Vigevano	0,433	500	588	528	600	470	472	405	433	500	343	487	38
Allgemeines Mittel:													
8 Orte	0,438	409	450	510	482	458	430	449	526	482	419	457	367

Aus diesen Zahlen erhellt auch die Bedeutung der Lostage, welche auf der unklar aufgefassten Beobachtung beruhen, dass das Wetter in gewissen Zeiten des Jahres weniger veränderlich ist, als in anderen, dass zu diesen Zeiten die Tendenz zur Erhaltung auch ungewöhnlicher Witterungsverhältnisse sehr beträchtlich ist. „Die Lostage sind bekanntlich solche, nach deren Witterung man diejenige der nächstfolgenden Zeit bestimmt, und zwar meist in dem Sinne, dass letztere mit der Witterung des Lostages übereinstimmen werde. Die Untersuchungen Eisenlohr's über diesen Gegenstand (vgl. Theil I dieses Handbuches S. 263) haben für eine Anzahl solcher Lostage gezeigt, dass, namentlich wenn man die Regel auf den Charakter der ganzen Woche oder dgl., in welcher der Lostag liegt, ausdehnt, dieselbe sich als ganz begründet herausstellt. Doch ist es durch diese Untersuchungen auf keine Weise klargelegt, wesshalb der Lostag gerade in die betreffende Zeit gesetzt wird und ob nicht jeder andere Tag des Jahres dieselbe Gewähr für die Witterung der nächstfolgenden Zeit bietet. Die obigen Zahlen geben eine Antwort auf diese Frage: sie zeigen nur, dass, wenn es sich um Zeiträume von 4—6 Wochen handelt, deren vermuthlichen vorherrschenden Charakter man bestimmen will, solche Bestimmung im Vorfrühling und im Sommer am meisten Sicherheit hat; sie erklären, warum die Zahl derartiger Lostage in diesen beiden Epochen, namentlich im Sommer, am grössten ist. Die Tage der 40 Ritter (9. März),

Metardus (8. Juni), Johanni (24 Juni) und Siebenschläfer (27. Juni) sind hiefür bezeichnend."

Eine ähnliche Durchführung der Untersuchung für die Jahreszeiten ergiebt folgendes Resultat mit Rücksicht auf die Temperatur (Winter: December, Januar, Februar etc.):

	Leipzig.	Prag.	Breslau.	Peissenberg.	Krakau.	Stuttgart.	Württemberg.	Brüssel.	Mittel.
Zahl der Jahre .	55	72	67	54	40	70	31	30	473
Winter z. Frühj. .	0,566	459	528	518	488	473	545	467	489
Frühj. z. Sommer .	0,620	459	485	518	263	457	464	600	453
Sommer z. Herbst	0,656	429	373	509	325	343	355	400	384
Herbst z. Winter .	0,510	500	439	360	450	430	389	500	445
Winter z. Sommer	0,453	490	433	448	475	413	433	310	444
Frühj. z. Herbst .	0,577	456	374	482	338	429	386	310	400
Sommer z. Winter	0,600	594	560	507	525	407	512	465	496
Herbst z. Frühj. .	0,582	520	621	500	537	510	438	569	514

Die geringsten Temperaturstörungen fallen auf den Herbst, und daher lässt sich der vorwaltende Charakter dieser Störungen im Herbste sicherer im Voraus bestimmen, als bei den anderen Jahreszeiten. Ist der Frühling oder der Sommer zu warm, so lässt sich 6 gegen 4 wetten, dass auch der Herbst zu warm sein werde, und dasselbe gilt für die negativen Temperaturabweichungen.

Indem Hann[206]) aus den Mitteltemperaturen der Jahreszeiten für den 100jährigen Zeitraum 1775—1874 für Wien die Wahrscheinlichkeit des Temperaturcharakters einer kommenden Jahreszeit aus der vorausgegangenen berechnete, erhielt er folgende allgemeine Resultate:

	Zahl der Fälle	Wahrscheinlichkeit eines			
a) Kalter Winter unter $-1,3^0$ C. . . .	30%	kalten Frühlings	0,53	kalten Sommers	0,73
b) Warmer „ über $+1^0$	29%	warmen „	0,58	warmen „	0,66
c) Kaltes Frühjahr unter 9^0	19%	kühlen Sommers	0,65		
d) Warmes „ über 11^0	27%	warmen „	0,67		
e) Kalter Sommer unter 19^0	22%	kalten Herbstes	0,73	kalten Winters	0,50
f) Heisser „ über 21^0	15%	warmen „	0,80	warmen „	0,40
g) Kalter Herbst von 9^0 und weniger .	12%	kalten Winters	0,75		
h) Warmer „ von über 11^0	27%	warmen „	0,59		

Uebereinstimmend mit den oben angeführten Resultaten ergiebt sich aus diesen Zahlen die Thatsache, dass wenn die Temperaturabweichung einer Jahreszeit eine beträchtliche Grösse erreicht (über 1^0 C.) die Wahrscheinlichkeit erheblich grösser ist, dass die folgende Jahreszeit in gleichem Sinne von dem Mittelwerthe abweicht, als dass die Temperaturabweichung ihr Zeichen wechselt. Diese Erhaltungstendenz ist am schwächsten vertreten im Frühjahre. Hervorzuheben ist, dass nach einem sehr kalten oder sehr warmen

Winter der darauf folgende Sommer unter 10 Fällen 7 Mal denselben Charakter zeigte, dagegen die den extremen Sommern folgenden Winter hatten nur in 45% der Fälle gleiche Temperaturabweichung.

Zwei andere sehr werthvolle Untersuchungen über gewisse Gesetzmässigkeiten im Wechsel der Witterung aufeinanderfolgender Jahreszeiten, die sich beide auf die langjährigen Beobachtungen in Berlin beziehen, sind von Hellmann angestellt worden [207]. Die Hauptresultate derselben wollen wir hier wiedergeben.

Rechnet man diejenigen Sommer zu den warmen, deren Mitteltemperaturen mindestens von dreien der Monate Juni, Juli, August und September über den Normalwerthen lagen, so ergeben sich in 130 Jahren, von 1755 bis 1885, 45 (seit dem Jahre 1719 mindestens 52) warme Sommer, also durchschnittlich einen in 2,89 Jahren. Die Zwischenzeit zwischen dem warmen Sommer 1763 und dem nächstfolgenden betrug 12 Jahre, und in der Epoche 1799—1817 ist kein warmer Sommer vorgekommen. Indessen ist die Neigung gruppenweise aufzutreten, grösser, als bei milden Wintern: unter 52 Fällen waren 31 Mal zwei aufeinanderfolgende Sommer zu warm.

Der Einfluss eines warmen Sommers auf die Temperatur der folgenden Herbst- und Wintermonate ist aus folgenden Wahrscheinlichkeitszahlen ersichtlich:

October	November	December	Januar	Februar
0,60	0,49	0,58	0,60	0,58

Es ist die Wahrscheinlichkeit, dass nach einem warmen Sommer von den Wintermonaten December, Januar und Februar

einer zu warm ist = 0,88	einer zu kalt ist = 0,73
zwei „ „ sind = 0,57	zwei „ „ sind = 0,39
drei „ „ „ = 0,27	drei „ „ „ = 0,12

Hellmann sondert die Fälle in 2 Gruppen, in solche, in welchen die Summe der Abweichungen der Monate Juni bis September bis 3,5° (23 Fälle), und in solche, in welchen diese 3,6 bis 7° (23 Fälle) betrug; es folgte in 100 Fällen auf einen

mässig warmen Sommer (Summe 0—3,5°)	sehr warmen Sommer (Summe 3,6—7,0°)
74mal ein warmer December	38mal ein warmer December
65 „ „ „ Januar	48 „ „ „ Januar
65 „ „ „ Februar	43 „ „ „ Februar

d. h. auf einen mässig warmen Sommer folgt am wahrscheinlichsten ein milder, auf einen sehr warmen Sommer dagegen ein kalter Winter. Es kann also von dem Verhalten des Sommers wohl auf dasjenige des kommenden geschlossen werden, nur ist dabei die Grösse der Abweichung zu berücksichtigen. In dieser Beziehung

bedürfen also die obigen Resultate von Köppen und Eisenlohr einer Modification.

Nennt man den Winter einen warmen, in welchem für die Monate December bis Februar die Abweichungssumme grösser als Null war, so ergiebt sich:

Abweichungssumme des Sommers	Wahrscheinlichkeit eines folg. warmen Winters	Abweichungssumme des folg. Winters
0,0° bis 3,5°	0,61	+ 2,6°
3,6° „ 7°	0,38	— 1,4°

Die Wahrscheinlichkeit ferner, dass die einem strengen Winter zunächst folgenden 6 Monate auch zu kalt sind, giebt folgende Zusammenstellung:

Wahrscheinlichkeit eines kalten

März	April	Mai	Juni	Juli	August
0,52	0,52	0,58	0,53	0,56	0,58

Nennt man die Sommer kühl, in welchen die Abweichungssummen (von Juni bis August) kleiner als Null ist, so darf man nach einem kalten Winter in 100 Fällen 65 Mal auch einen kalten Sommer erwarten.

Bei einer weiteren Gruppirung der Winter nach ihrer Intensität ergab sich bei 31 mässig strengen und 24 sehr strengen Wintern als

Wahrscheinlichkeit	nach einem mässig strengen Winter (Summe ± 0° bis — 6,0°)	nach einem sehr strengen Winter (Summe unter — 6°)
eines kalten Juni	= 0,58	0,46
„ „ Juli	= 0,52	0,63
„ „ August	= 0,56	0,58
„ „ Sommers	= 0,77	0,63
mit der Abweichungssumme	= — 0,64°	— 1,33°

Ferner war von den 3 Monaten Juni, Juli und August

	nach einem mässig strengen Winter	nach einem sehr strengen Winter
einer zu kalt . . .	= 0,81	= 0,87
zwei „ „ . . .	= 0,64	= 0,67
drei „ „ . . .	= 0,35	= 0,13

Die Resultate seiner Untersuchungen stellt Hellmann folgendermassen übersichtlich zusammen:

Nach einem		folgt am wahrscheinlichsten ein	
mässig / sehr	milden Winter	kühler / warmer	Sommer
mässig / sehr	warmen Sommer	mässig milder / kalter	Winter
mässig / sehr	kalten Winter	kühler / sehr kühler	Sommer.

Im Anschluss an die Hellmann'schen Studien über die milden Winter Berlins seit 1720 veröffentlicht Karsten[208]) eine ähnliche

Skizze und bestätigt die von Hellmann gefundenen Resultate und spricht die Ansicht aus, dass nicht allein die Intensität der Störung, sondern auch der Zeitabschnitt des Jahres, in welchem sie eintritt, und der Ort der Erdoberfläche, an welchem sie eingeleitet wird, zu berücksichtigen wäre. Zu einer Untersuchung darüber wäre eine Fortsetzung der Dove'schen Sammlung von Temperaturmitteln nothwendig.

Eine specielle Untersuchung Köppen's[209]) über die Wahrscheinlichkeit der Uebereinstimmung oder Verschiedenheit der Temperaturabweichungen der Monate Januar und Mai ergab folgende Wahrscheinlichkeit einer Zeichenverschiedenheit zwischen diesen Monaten:

Inneres der alten Welt	0,42	Nordatl. Ocean	0,35
Küsten der N.- und E-See	0,56	Nordamerika	0,43

Hiernach ist es für die Küsten der Nord- und Ostsee wahrscheinlicher, dass einem milden Januar ein kühler Mai folgen werde, umgekehrt im Innern des Continents, auf dem nordatlantischen Ocean und in Nordamerika.

Werden nur die sehr kalten Maimonate mit einer negativen Abweichung von mehr als $2^1/_2{}^0$ C. in Betracht gezogen, so gehen diesen vorher unter 100 Fällen:

	im alten Continent	an Nord- und Ostsee	in Nordamerika
warmer Januar, Temp.-Abw. positiv	45	71	31
sehr „ „ „ „ über $+2,5^0$ . .	12	22	0
„ kalter „ „ „ mehr als $-2,5^0$.	31	13	8

Von den früheren Untersuchungen über diesen Gegenstand will ich nur diejenigen von Eisenlohr[210]) und Quetelet[211]) erwähnen und einige Hauptresultate anführen*). Aus dem Beobachtungsmaterial von Karlsruhe erhielt Eisenlohr folgende Resultate: Unter 100 warmen Frühlingen geht 62mal ein warmer Februar vorher, und umgekehrt folgt einem warmen Februar in 100 Fällen 71mal ein warmer März und 72mal auch ein warmer April. Unter 100 heissen Sommern folgen 76 auf einen gelinden, 12 auf einen mittelmässigen, aber kurzen und 12 auf einen kalten Winter, wogegen unter 100 Fällen der nachfolgende Winter 47mal zu kalt ist. Von den kalten Wintern folgte genau die Hälfte auf einen kühlen und die andere Hälfte auf einen heissen Sommer, so dass man vom Sommer auf den nachfolgenden Winter mit keinerlei Wahrscheinlichkeit

*) Aeltere Untersuchungen finden sich in: Pilgram: „Untersuchung über das Wahrscheinliche in der Wetterkunde". Wien 1788.

schliessen kann (vgl. oben). Dass man vom Winter auf den Sommer mit mehr Wahrscheinlichkeit schliessen kann, als vom Sommer auf den Winter, ergiebt sich auch aus den Mitteltemperaturen der Jahreshälften:

	Vorhergeh. Winter (Abw.)	Sommer (Abw.)	Folg. Winter (Abw.)
Die 5 wärmsten Sommer	+ 1,05°	+ 1,46°	+ 0,48° C.
18 warme „	+ 0,82	+ 0,74	+ 0,06
19 kühle „	— 0,36	— 0,79	— 0,09
Die 5 kühlsten „	— 0,74	— 1,44	— 0,40

Aus 30jährigen Beobachtungen von Brüssel schied Quetelet die 10 wärmsten, die 10 kältesten und die 10 dazwischen liegenden aus, bestimmte ihre mittlere Temperatur und ebenso diejenige der nachfolgenden Sommer; dieses ergab:

Winter	4,86	3,11	0,77° C.
Sommer	18,52	17,82	17,19

Aus einer andern Gruppirung folgte das Resultat:

3 sehr warmen Wintern mit	5,77°	folgten Sommer mit	19,27° C.
13 warmen „ „	3,98	„ „ „	18,05
9 kalten „ „	2,29	„ „ „	17,48
5 sehr kalten „ „	— 0,06	„ „ „	17,10

Uebereinstimmend folgt aus diesen Untersuchungen, dass die sehr verbreitete Ansicht, dass einem kalten Winter gewöhnlich ein heisser Sommer, und einem warmen Winter in der Regel ein kühler Sommer folge, dem wirklichen Thatbestande widerspricht, dagegen, dass es vielmehr wahrscheinlicher ist, dass der Winter und nachfolgende Sommer denselben Charakter haben.

IX. Die räumliche Vertheilung gleichzeitiger Niederschläge. Prognosenbezirke.

Die Resultate der Untersuchungen Dove's über die Ausbreitung der Temperaturabweichungen nach demselben Sinne über ein grösseres Gebiet haben durch die täglichen synoptischen Karten nicht allein ihre volle Bestätigung gefunden, sondern lassen sich auch ausdehnen auf alle übrigen Elemente, freilich mit gewissen Modificationen, die sich insbesondere auf die Niederschläge beziehen. Da diese für die Interessen des Binnenlandes am allerwichtigsten sind, so erscheint eine Besprechung der gleichzeitigen räumlichen Vertheilung der Niederschläge für unsere Zwecke geboten, um so mehr, da die Untersuchung dieser Frage wichtige

Anhaltspunkte für die Vertheilung der Prognosencentra in den einzelnen wettertelegraphischen Systemen giebt. Der erste, welcher diese Frage mit besonderer Beziehung auf die ausübende Witterungskunde behandelte, war A. Winkelmann[212]), indem er auf Grundlage 10jähriger Beobachtungen von 13 württembergischen Stationen untersuchte, wie viele Prognosenbezirke mit Rücksicht auf die zeitliche und räumliche Vertheilung des Regens einzurichten und wie diese zu begrenzen wären.

Indem wir bezüglich der Methode der Untersuchung auf die Originalabhandlung verweisen, bemerken wir nur, dass die Abweichungen jeder Station von dem Verhalten der Mehrheit der Stationen bestimmt wurde.

Ordnet man die Stationen nach der Grösse ihrer Abweichungen, so erhält man folgende Reihe (Abweichung in Procenten):

Calw	11,50	Freudenstadt	15,02	Schopfloch	15,87
Biberach	12,26	Sulz	15,45	Mergentheim	16,74
Stuttgart	12,84	Ulm	15,59	Isny	17,74
Heidenheim	13,02	Bruchsal	15,82	Friedrichshafen	17,78
Heilbronn	14,63				

Beispielsweise hat also Calw unter 100 Tagen des Jahres durchschnittlich 88,5 (100—11,5) Tage in Bezug auf Regen und Nichtregen ein übereinstimmendes Wetter mit der Mehrheit aller Stationen. Das Gesammtmittel beträgt 15,04, d. h.: eine württembergische Station hat unter 100 Tagen durchschnittlich 85 Tage ein mit den übrigen Stationen übereinstimmendes Wetter.

Es sei bemerkt, dass die Abweichungen für die einzelnen Jahrgänge bei den einzelnen Stationen nicht unbedeutend schwanken, z. B. für Mergentheim (für 1866—1875) zwischen 20,9 und 13,2.

Eine getrennte Behandlung der positiven und negativen Abweichungen giebt folgende Zusammenstellung, wobei die positive Abweichung die Anzahl der Tage unter 100 bezeichnet, an welchen es an der betreffenden Station regnet, und es an der Mehrheit aller Stationen nicht regnet, die negative die Anzahl der Tage unter 100, an welchen es an dieser Station nicht regnet, und an der Majorität aller Stationen regnet:

	+	−		+	−		+	−
Mergentheim	10,00	6,71	Freudenstadt	5,37	9,61	Ulm	3,71	11,87
Bruchsal	5,25	10,54	Sulz	7,06	8,38	Biberach	6,12	6,13
Heilbronn	5,12	9,49	Heidenheim	7,67	5,21	Isny	6,25	11,49
Stuttgart	5,71	7,10	Schopfloch	10,56	5,48	Friedrichshafen	5,25	12,52
Calw	7,56	3,92				Mittel	6,59	8,50

Hienach besteht keine Uebereinstimmung zwischen den positiven und negativen Abweichungen im Allgemeinen; indessen zeigen die

Zahlen, dass im Mittel eine Abweichung häufiger dadurch entsteht, dass es an einer Station nicht regnet, während es an den meisten anderen Stationen regnet. Dieses Ergebniss ist aber theilweise darin begründet, dass die Berücksichtigung kleiner Regenmengen für die einzelnen Stationen nicht gleichmässig stattfand.

Als Hauptresultat ergiebt sich für Württemberg:

1) Es liegt solche Uebereinstimmung (85 %) der Regenvertheilung vor, dass zunächst eine Prognose für das Land genügt.

2) Es ist zweifellos, dass die fehlenden 15 % noch reducirt werden können durch eine Vertheilung der Stationen in 2 oder mehrere Bezirke (bei 2 Bezirken von 15 auf 13 %).

3) Um bei dieser geringen Abweichung in sicherer Weise zur Begrenzung kleinerer Bezirke vorzugehen, ist eine genauere Vertheilung der Regenvertheilung erforderlich, als sie bisher gemacht wurde.

Eine ähnliche Untersuchung in Bezug auf die Bewölkung Württembergs ist von L. Meyer gemacht worden[213]), indem er die fünfjährigen Beobachtungen (1878—1882) von 22 Stationen benützte. Die Abweichungen der Mittel für die einzelnen Beobachtungstermine wurden mit dem allgemeinen Landesmittel verglichen und hiernach wurde der Grad der Uebereinstimmung berechnet. Bedeutet 0 die völlige Uebereinstimmung aller Stationen, und 5 die vollständige Nichtübereintimmung, so ergiebt sich als Hauptmittel der durchschnittlichen Abweichungen

7^h a. m.	2^h p. m.	9^h p. m.	Tagesmittel
1,81	1,60	1,95	1,78

oder 35,6 % Nichtübereinstimmung und 64,4 % Uebereinstimmung.

Wird im Himmelszustand eine Schwankung von 2^0 vernachlässigt, so erhält man mit Winkelmann (für Regen) sehr übereinstimmend 84,4 %.

Meyer findet für Württemberg 3 meteorologische Hauptgebiete: 1) Franken und Unterland, 2) Mittelland mit dem Schwarzwald, 3) Unterland südlich der Alb. Als Wetterscheiden zeigen sich der nach dem Neckarthal steil abfallende Nordrand der Alb und eine Linie, welche zwischen 1 und 2 über den Welzheimer und Mainhardter Wald, die Löwensteiner Berge, Michelsberg und Stromberg verläuft.

Eine, derjenigen von Winkelmann ähnliche Untersuchung ist von G. Mantel für die Schweiz durchgeführt worden[214]), wobei die Regenbeobachtungen von 26 Stationen zur Rechnung benutzt

wurden, welche sich über das ganze Gebiet mit Ausnahme des Hochgebirges ziemlich gleichmässig vertheilen. Der in Betracht kommende Zeitraum umfasst 6 Jahre (1875—1880); als Regentag wurde jeder Tag gerechnet, für welchen die gemessene Niederschlagsmenge mehr als 0,1^{mm} betrug. In der folgenden Tabelle geben die mit + versehenen Reihen an, wie viel Procent aller Stationen im Monats- oder Jahresmittel an Tagen mit überwiegend trockenem Wetter durch Regenwetter von der Mehrheit abweichen, die mit — versehenen umgekehrt, wie viel Procent aller Stationen an Tagen mit überwiegendem Regenwetter sich durch trockenes Wetter auszeichnen.

	Decbr.	Januar	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	Octbr.	Novbr.	Mittel
+	9,1	6,6	9,7	11,5	8,0	9,0	6,7	5,9	7,4	8,5	8,1	9,1	8,3
—	11,1	8,5	10,9	8,4	11,9	10,1	13,2	10,2	9,5	6,8	7,2	10,4	9,8
Summe	20,2	15,1	20,6	19,9	19,9	19,1	19,9	16,1	16,9	15,3	15,3	19,8	18,1
Uebereinst.	79,8	84,9	79,4	80,1	80,1	80,9	80,1	83,9	83,1	84,7	84,7	80,2	81,9

Diese Uebereinstimmung (82%) ist für ein so gebirgiges Land wie die Schweiz sehr bemerkenswerth und deutet auf die untergeordnete Bedeutung der localen Einflüsse hin, so dass in der Mehrzahl der Fälle von einer Abtheilung des Gebietes in Prognosenbezirke abgesehen werden kann (vergl. oben S. 385).

Indem Mantel die Schweiz in 5 Distrikte eintheilte, erhielt er folgende Zahlen für die Uebereinstimmung:

I. NE-Schweiz	87,0%	IV. Südschweiz	93,8%
II. W.-Schweiz	89,8	V. Graubündten	90,7
III. Genfer-See und Rhonethal	90,3	Ganze Schweiz	81,9

Die Uebereinstimmung ist für die einzelnen Distrikte grösser, als für das ganze Gebiet, und offenbar aus dem Grunde, weil die Uebereinstimmung mit der Grösse des Gebietes, unter sonst gleichen Umständen, abnehmen muss. Da die Schweiz Württemberg an Grösse ungefähr um das 2fache übertrifft, so dürften unter Berücksichtigung dieses Umstandes die Resultate von Winkelmann und Mantel also nahezu gleich zu nehmen sein.

Eine andere der Ausführung und den Zielen nach weiter gehende Untersuchung ist für Bayern von F. Horn[215]) gemacht worden, welche zu wichtigen und interessanten Schlussfolgerungen führte.

Als Material wurden die Beobachtungen der bayerischen meteorologischen Stationen von 1879 bis 1883 benutzt und das Gebiet in 4 Distrikte getheilt, nämlich in 1) Rheinpfalz mit 6 Stationen, 1 Station auf ca. 990 Quadratkilometer; 2) Distrikt nördlich der Donau mit Einschluss von Regensburg mit 15 Stationen, 1 Station auf 2200 Qua-

dratkilometer; 3) Distrikt südlich der Donau mit 9 Stationen, 1 Station auf 3100 Quadratkilometer; 4) östlicher Distrikt mit 4 Stationen, 1 Station auf 2250 Quadratkilometer.

Als Niederschagstag wird jeder Tag gezählt, an welchem der Regenmesser auch nur eine Wasserhöhe von $0{,}1^{mm}$ lieferte, oder eine Menge, welche mit den vorhandenen Messvorrichtungen eben noch mit Schärfe wahrzunehmen ist. Dabei wurden die Regentage nach 4 Gruppen geordnet, mit 1, 1—5, 5—10 und mehr als 10^{mm} Niederschlag.

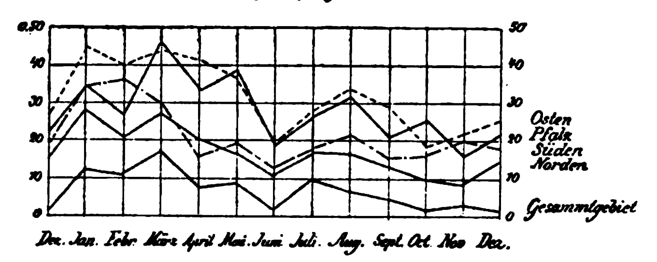
Die folgende Tabelle giebt nach Horn die Wahrscheinlichkeit gleichzeitigen Niederschlags und gleichzeitig trockenen Wetters, sowie als Summe aus diesen beiden des gleichzeitig gleichen Witterungscharakters an sämmtlichen Stationen für das Jahr und die einzelnen Monate:

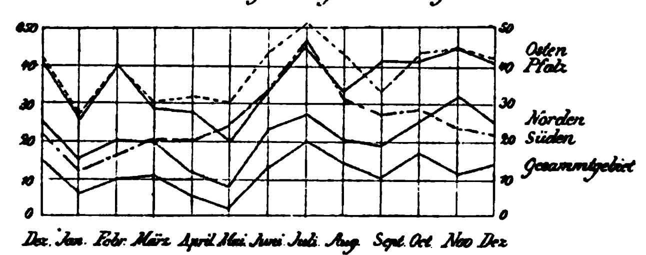
	Decbr.	Januar	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	Octbr.	Novbr.	Jahr
a) Wahrscheinlichkeit gleichzeitig trockenen Wetters:													
Pfalz	0,22	35	0,27	47	33	39	19	26	32	21	26	16*	0,29
Norden	0,15	29	0,21	28	20	19	11	19	19	13	10	09*	0,17
Süden	0,19	35	0,36	30	16	19	13*	18	21	16	16	20	0,22
Osten	0,26	45	0,40	44	41	36	19*	28	34	29	19*	22	0,30
Ganz Bayern	0,02*	13	0,11	17	08	09	02*	10	07	05	02*	03	0,07
b) Wahrscheinlichkeit gleichzeitigen Niederschlags:													
Pfalz	0,42	25	40	28	27	19*	34	45	32	41	41	45	0,35
Norden	0,25	14	20	19	11	08*	23	27	20	19	26	32	0,20
Süden	0,21	11*	16	20	20	24	34	46	31	27	28	23	0,25
Osten	0,42	26*	40	30	31	30	43	51	43	33	43	45	0,38
Ganz Bayern	0,14	05	09	10	05	02*	13	20	14	10	17	11	0,11
c) Wahrscheinlichkeit der Tage gleichen Charakters:													
Pfalz	0,63	60	67	75	60	57	53*	72	63	62	68	61	0,63
Norden	0,39	43	41	46	31	25*	34	44	37	33	36	41	0,38
Süden	0,40	46	52	50	36*	43	47	64	52	43	45	43	0,47
Osten	0,68	72	80	73	72	66	62	79	76	61*	62	67	0,70
Ganz Bayern	0,16	18	20	27	13	11*	15	30	21	15	19	14	0,18

In den Curven der folgenden Figur zeigt sich eine grosse Uebereinstimmung, indessen machen sich die klimatischen Verschiedenheiten der einzelnen Bezirke theilweise geltend; auch die Grösse derselben, sowie die Anzahl der in Betracht kommenden Stationen üben ihren Einfluss aus. Es lässt sich schliessen, „dass bei einer Wettervoraussagung eine Theilung manchmal sehr angezeigt ist, wenn auch zumeist eine Prognose für das ganze Land genügt."

Eine Berücksichtigung der Tage, an denen nur an einigen wenigen Stationen Niederschlag gemessen wurde, oder an welchen es ausser an einigen wenigen Stationen ganz trocken war, gab keine

andere Verhältnisse, sondern nur graduell verschiedene Werthe. Dabei ergab sich das interessante Resultat, dass in den Herbst-





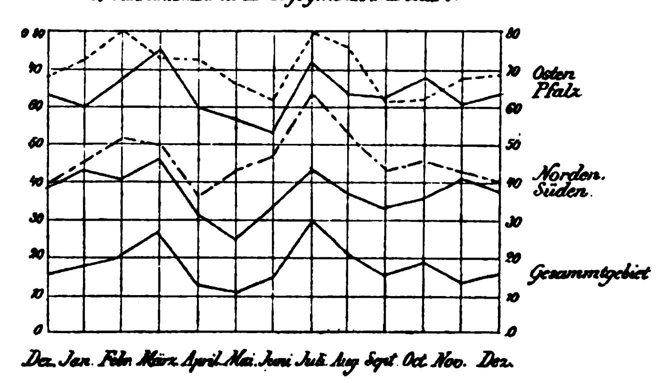


Fig. 65.

und Wintermonaten das abweichende Verhalten der Stationen mit zunehmender Höhe sehr markant zunimmt.

„Die Uebereinstimmung im Witterungscharakter ist in der Pfalz und dem östlichen Theile Bayerns ziemlich gross. (Unter

100 Tagen ist durchschnittlich im Jahre an 63 bezw. 70 Tagen in Bezug auf Niederschlag das gleiche Wetter.) Ueberhaupt herrscht hier auch in den einzelnen Jahreszeiten eine viel grössere Gleichmässigkeit. In der Pfalz ist die Schwankung eine minimale, dessgleichen im Osten mit Ausnahme des Herbstes; zu dieser Zeit ist die Wahrscheinlichkeit der Tage gleichen Charakters dort eine geringe.

Im nördlichen wie südlichen Bayern zeigt sich die geringste Uebereinstimmung im Frühjahr; die grösste findet sich auf ersterem Gebiete im Winter, auf letzterem im Sommer; März und Juli bieten zumeist die grösste Wahrscheinlichkeit der Tage gleichen Charakters.

Die gleichzeitigen Niederschläge, der eine der beiden Factoren, aus welchen sich obige Uebereinstimmung zusammensetzt, werden im südlichen Bayern am seltensten im Winter verzeichnet, in den übrigen Gebieten im Frühjahr. Am öftesten fallen sie theils im Herbste, und zwar in der Pfalz und dem Norden, theils im Sommer, und zwar im Süden und Osten. Im Juli findet sich für alle Gebiete mit Ausnahme des nördlichen Bayerns die grösste Häufigkeit gleichzeitigen Niederschlags; in diesem Bezirke im November. Die geringste weist der Süden und Osten im Januar, der Norden und die Pfalz im Mai auf. . . .

Gleichzeitig trockenes Wetter herrscht in den vier Theilgebieten am seltensten im Herbste, und zwar bietet der November für die Pfalz und das nördliche Bayern die geringste Wahrscheinlichkeit, der Juni dagegen für den Süden und Osten. Am häufigsten ist es gleichzeitig trocken im diesseitigen Bayern im Winter mit Ausnahme seines östlichsten Theiles, hier und in der Pfalz im Frühjahr. Die Monate Januar, Februar und März weisen die grösste Wahrscheinlichkeit auf.'

Sieht man von den einzelnen Gebieten ab und betrachtet, welches Verhalten Bayern in seiner Gesammtheit zeigt, so ergiebt sich:

Trockenes Wetter herrscht zu gleicher Zeit im ganzen Lande im Winter am häufigsten, im Herbste am seltensten. Gleichzeitige Niederschläge fallen im Sommer am meisten, am wenigsten werden sie im Frühjahr verzeichnet. Der Juli bietet hierfür die grösste, der April und Mai die geringste Wahrscheinlichkeit. Noch ist zu bemerken, dass in den meisten Monaten die Zahl der Tage, an welchen allenthalben Niederschlag fällt, grösser ist, als die Zahl der gleichzeitig trockenen Tage. Nur in den beiden Wintermonaten Januar und Februar, wie in den drei Frühlingsmonaten gestaltet sich das Verhältniss umgekehrt. Wie Mantel und Winkelmann

für ihre Gebiete nachgewiesen haben, so ergiebt sich auch für unser Land die Thatsache, dass im Mittel die Abweichungen durch trockenes Wetter häufiger sind als diejenigen durch Niederschlag. Eine Berücksichtigung dieses abweichenden Verhaltens einzelner Stationen überhaupt ist bei einer Niederschlagsprognose wohl von Werth und ist man gewiss berechtigt, Voraussagungen „vorwiegend trocken", oder „vorwiegend Niederschlag" zu geben. Die Uebereinstimmung im Witterungscharakter ist in den einzelnen Monaten ziemlich gross, in anderen hingegen ist eine geringere Gleichmässigkeit zu bemerken. Angesichts dieser Thatsache, mit Berücksichtigung des abweichenden Verhaltens einzelner Stationen, und im Zusammenhang mit den Luftdruckverhältnissen, welche für unser Gebiet von Einfluss sind, ist eine Prognose „stellenweise Niederschläge", wie sie für das ganze Land gegeben wird, in vielen Fällen gewiss nicht zu umgehen und einfach ein Ausdruck für einen ganz bestimmten Witterungstypus. Der Laie befindet sich also im Unrechte mit seinem Ausspruche: Der Ausdruck „stellenweise Niederschlag" sagt nichts, denn irgendwo im Lande fällt wohl alle Tage Niederschlag".

Anhang I.

Das Manövriren der Seeschiffe bei Stürmen.

Für den Seemann ist es von der grössten Wichtigkeit, zu wissen, auf welcher Route er am schnellsten und sichersten seine Seereise zurücklegt. Früher wurde aus der Reisedauer auf den Wegestrecken zwischen den Schnittpunkten der Parallelkreise und der Meridiane für die einzelnen Jahreszeiten die durchschnittlich vortheilhaftesten Reisen zusammengestellt, und diese gaben dann dem Seemann Anhaltspunkte für die zu unternehmende Reise. Diese Anhaltspunkte bei der Wahl der Route sind natürlich dann von grossem Nutzen, wenn die Windverhältnisse auf den in Betracht fallenden Meerestheilen möglichst beständig sind. Allein dieses ist nur für gewisse Gebiete der Fall, gewöhnlich sind die Windverhältnisse in denselben Monaten der verschiedenen Jahrgänge von einander so sehr verschieden, dass es nicht gerathen erscheint, in jedem besonderen Falle die im Mittel am meisten vortheilhaft bezeichnete Route unter allen Umständen beizubehalten. In der That bemerkt man oft aus den täglichen Wetterkarten des atlantischen Oceans, dass nicht selten Segelschiffe durch ungünstige Winde längere Zeit aufgehalten werden, während in nicht gar weiter Entfernung günstige Winde herrschen, die ihre Fahrt beschleunigen könnten, wenn die Route nur wenig verändert worden wäre. Es ist daher für den Seemann ausserordentlich wichtig, die seine Fahrt begünstigenden Verhältnisse rechtzeitig zu erkennen und hiernach seine Route zu ändern, und dieses ist möglich, wenn er im Stande ist, ein Urtheil über die Vertheilung des Luftdrucks in seiner Umgebung zu gewinnen. Hierbei kommt es darauf an, dass er aus den Angaben des Barometers in Verbindung mit der beobachteten Richtung und Stärke des Windes unter Anwendung des barischen Windgesetzes

richtige Schlüsse in Bezug auf die Luftdruckvertheilung und ihre Aenderung zu ziehen versteht. Hierdurch erlangt das Barometer am Bord erst seine volle Bedeutung, „indem es nicht mehr bloss ein Warner und Tröster bei schlechtem Wetter, sondern ein Rathgeber ist, der dem Capitän hinsichtlich der Massregeln, durch welche er seine Fahrt am besten sichern und befördern kann, unter allen Umständen die zuverlässigste Auskunft bietet. Hat das Barometer bei der Schiffsführung noch nicht diese ausgedehnte Verwendung gefunden, so liegt der Grund hauptsächlich darin, dass das barische Windgesetz noch nicht allgemein zur Grundlage ihrer Anschauung geworden ist." Um hierzu den Seemann zu befähigen, sind zu verschiedenen Zeiten Publicationen herauszugeben, z. B. 1871 vom Board of Trade in London das „Barometer Manual", seit 1881 von der Deutschen Seewarte „Der Pilote, ein Führer für Segelschiffe", in neuester Zeit vom Meteorological Council in London „A Barometer Manual for the use of seamen." Nach dem Vorgange der Annalen für Hydrographie und maritime Meteorologie (XIII, 1885, pag. 151 ff.) geben wir vorzugsweise die beiden letzten Abschnitte der letztgenannten Schrift der Hauptsache nach wieder:

1) Die Stürme der gemässigten Zone. a) Die cyclonenartigen Stürme. Durch die Lage der grossen barometrischen Maxima und Minima über den verschiedenen Meeren werden die grossen atmosphärischen Strömungen beherrscht und die vorherrschenden Winde hervorgerufen. In den allgemeinen Strömungen treten häufig barometrische Minima mit eigenen Windsystemen auf, in welchen die Windstärke oft bis zum Sturme sich steigert. Da diese Minima, wie oben bemerkt, in der gemässigten Zone des nordatlantischen Oceans mit der allgemeinen Strömung ostwärts fortschreiten und die stärksten Gradienten auf der südlichen Seite haben, so setzen diese Stürme gewöhnlich mit Süd ein und enden mit West und Nordwest.

In höheren südlichen Breiten zeigen die Stürme denselben Charakter wie in den nördlichen, auch sie kreisen um den Ort niedrigsten Luftdrucks, welcher ostwärts weiter fortschreitet, aber sie beginnen, entsprechend der normalen Abdachung des Luftdruckes nach Süden hin, gewöhnlich aus Nord und enden aus West oder Südwest.

„Die Windrichtung allein ist nicht ausreichend, um die kommende Witterung beurtheilen zu können, dazu wäre eine Kenntniss der Form des Depressionsgebietes, der Gradienten auf den verschie-

denen Seiten desselben, des Maasses, in dem es an Intensität zu- oder abnimmt, der Richtung und Geschwindigkeit seiner Bewegung erforderlich. Von diesen Daten kann man sich indessen an Bord eines Schiffes keine sichere Kenntniss verschaffen, und so muss der Seemann die Anzeichen des Windes und Barometers möglichst gut zu verwerthen suchen. Stete Beachtung verdient ein plötzlicher Wechsel des Luftdruckes, mag dieser zu- oder abnehmen. Sehr häufig treten in Verbindung mit starkem Fallen des Barometers heftige Stürme auf; doch kann auch ein heftiges plötzliches Steigen, welches nicht selten solchen Depressionen folgt, oder in ihrer Umgebung auftritt, von sehr heftigen Winden begleitet sein.

Die Wirbelstürme der gemässigten Zonen zeigen das Phänomen des stillen Centrums mit zu beiden Seiten desselben nahezu aus entgegengesetzter Richtung wehenden Winden nicht oft. Die Gefahr, backe Segel (Wind von vorne) zu bekommen, ist daher nicht so gross, als bei den tropischen Orkanen; immerhin ist indessen für einen Schiffsführer die Kenntniss von Werth, über welchen Bug er eventuell am sichersten beiliegen würde. Es gelten hierfür dieselben Regeln als für die Cyclonen der entsprechenden Halbkugel.

Der gefährlichste plötzliche Windwechsel ist von Südwest nach Nordwest in der nördlichen und von Nordwest nach Südwest in der südlichen Hemisphäre zu erwarten. Derselbe ist gewöhnlich von schwerem Regen oder Hagel mit Donner und Blitz begleitet, während die Temperatur um einige Grade mit dem ersten Einsetzen des Nordwest-, bezw. Südwestwindes fällt.

Bei dem Schlüssigwerden, wie unter diesen Umständen zu manöveriren ist, hat man die Aufmerksamkeit auf zwei Punkte zu richten, welche die aus den Barometerablesungen zu ziehenden Folgerungen wesentlich beeinflussen.

Erstens hat, so lange die Luftdruckvertheilung dieselbe bleibt, über den einen Bug segelnd, das Barometer die Neigung, zu steigen, auf dem andern Bug zu fallen. Ersteres ist der B.-B.-Bug (Back-Bord-Bug = Backbord-Leeseite = linke Seite des Schiffes, wenn das Gesicht dem Vordertheile zugewandt ist) in der nördlichen, der St.-B.-Bug (Steuer-Bord-Bug = rechte Seite im obigen Sinne) in der südlichen Hemisphäre; auf ihnen bewegt sich das Schiff nach dem höheren Barometerstand hin und vom Centrum weg. Diese Regel gilt streng genommen nur so lange, als die Depression stille steht. So kann es vorkommen, dass ein hoher Druck, dem das Schiff zusegelt, grössere Geschwindigkeit besitzt,

als das Schiff, ein Depressionsgebiet von hinten aufkommt und das Schiff überholt; oder es kann auch ein Depressionsgebiet, dem das Schiff zusegelt, eine grössere Geschwindigkeit als das Schiff besitzen. Immerhin muss sich indess der Einfluss des gewählten Curses stets fühlbar machen, und kann im Allgemeinen gesagt werden, dass allein ein steigendes Barometer auf B.-B.-Bug in der nördlichen Hemisphäre kein genügendes Anzeichen für Verbesserung des Wetters ist, und dass, um solche annehmen zu können, noch andere Anzeichen vorhanden sein müssen. Stets ist auf der nördlichen Halbkugel ein steigendes Barometer auf St.-B.-Bug ein werthvolles Anzeichen für Verbesserung des Wetters, ein fallendes Barometer über B.-B.-Bug eine wichtige Warnung nach der anderen Richtung hin. Umgekehrt ist es auf der südlichen Halbkugel.

Zweitens ist zu beachten das Verhältniss von Curs und Geschwindigkeit des Schiffes zu der Zugrichtung und Fortbewegungsgeschwindigkeit der Depressionsgebiete und ihrer zugehörigen Windsysteme in den Meerestheilen, von welchen die allgemeinen Zugstrassen der Stürme bekannt sind (vergl. oben). Letzteres ist z. B. der Fall im nordatlantischen Ocean. Die Depressionen haben hier im Allgemeinen eine östliche Zugrichtung; es wird daher ein vom Kanal nach Westen steuerndes Schiff schnelleres Fallen des Barometers und Aendern der Windrichtung beobachten, als ein ostwärts steuerndes oder beigedreht liegendes Fahrzeug, da sich in ersterem Falle die Annäherung an die Depression aus der eigenen Fortbewegungsgeschwindigkeit der letzteren und der des Schiffes summirt."

„b) Die Stürme der nördlichen gemässigten Zone. Dieselben beginnen aus Südost oder Süd und enden in West oder Nordwest. Erhält ein Schiff in diesen Breiten einen frischen Süd- oder Südostwind mit relativ hoher Temperatur und fallendem Barometer, so befindet sich nach Buys-Ballot's Gesetz ein Gebiet niedrigen Druckes in Westen oder Südwesten, das — wie schon gesagt — wahrscheinlich nach Osten oder Nordosten zieht. Die Erfahrung lehrt, dass, gleichgültig, ob das Schiff beigedreht (möglichst gegen die Richtung des Windes) liegt oder nach Westen weiter segelt, das Barometer fällt, bis der Wind nach Westen dreht (was in der Regel während eines schweren Regenschauers mit gleichzeitigem plötzlichen Fallen der Temperatur eintritt), worauf das Barometer wahrscheinlich ebenso schnell steigt als es vorher fiel, und ein starker Nordwestwind einsetzt.

Die allgemeine Ansicht, dass die Schnelligkeit des Barometerfalles ein Massstab für die Stärke eines zu erwartenden Südsturmes in diesen Breiten sei, ist nicht allgemein gültig. Durch die Thatsache, dass die Kraft des Windes von der Grösse des barometrischen Gradienten abhängt, wird diese Idee unterstützt; indess ist auch die Fortbewegungsgeschwindigkeit des Depressionsgebietes in Betracht zu ziehen. Steht dasselbe bei einem sehr steilen Gradienten z. B. still, wie dies manchmal vorkommt, so wird der Wind äusserst heftig wehen, obwohl das Barometer zu fallen aufhört, sofern nicht die Depression zunimmt. Passirt andererseits eine Depression mit flachem Gradienten sehr schnell, so wird auch das Barometer sehr schnell fallen, obwohl der Wind nicht sehr stark sein wird.

Zu beachten ist ferner, wie schon oben gesagt, Curs und Fahrt des Schiffes im Vergleich zum Wege und der Geschwindigkeit des Depressionsgebietes, Zustand der See und andere Wahrnehmungen.

Zur Erläuterung diene folgendes Beispiel: Ein nach Europa heimkehrendes Segelschiff erhalte in 45° n. Br. und 30° w. Lg. einen frischen Südwind. Man weiss alsdann, dass im Westen ein Gebiet niedrigeren Druckes sich befindet, welches wahrscheinlich nach Osten fortschreitet. Da das Schiff ebenfalls nach Osten geht, so kann das Barometer gleich bleiben, oder sogar steigen, wenn das Schiff schneller läuft als die Depression. Erkennt man in solchem Falle aus dem Zustand der See und anderer Wetteranzeichen das Herannahen eines Weststurmes, und wird man wegen der Nähe des Landes oder aus andern Rücksichten wahrscheinlich seine Fahrt mindern müssen, so thut man gut, sich für schlechteres Wetter vorzubereiten. Dreht man bei, so ist der stündliche Barometerfall ein guter, wenn auch nicht sicherer Führer; ein Fallen von 1 bis 2,5^{mm} (0,04—0,10 Zoll engl.) p. Stunde kann gewöhnlich als ernstes Anzeichen eines herannahenden Südsturmes angesehen werden, welcher bei eventuell folgendem gleich starken Steigen des Barometers von einem West- oder Nordweststurm begleitet ist.

Bei südlichem Wind und fallendem Barometer mag es einem westwärts steuernden Schiffe möglich sein, dadurch zu gewinnen, dass es nach Norden läuft, in der Absicht, den Wind östlich sich drehen zu lassen; doch gleicht der Typus eines Sturmes, in welchem dies möglich ist, dem eines Cyclon, und stellt nicht die gewöhnlichen Stürme dieser Breiten dar, welche aus Süd beginnen und in West oder Nordwest endigen. Ferner mag ein Schiff im Stande sein, mit dem ersten südlichen Winde, welcher auf der Ostseite des

Depressionsgebietes weht, schwächere Winde durch Laufen nach Norden zu erlangen; da indess die Breitenausdehnung des Cyclonengebietes unbekannt ist, auch hierbei die Gewinnung besseren Wetters ungewiss ist, so kann das Schiff mehr Schaden als Vortheil erlangen.

Es erscheint demnach wahrscheinlich, dass ein nach Süden oder Westen bestimmtes Schiff einem dieser Stürme beim Antreffen die Spitze halten muss. Ein schwaches Fahrzeug, dem es weniger auf eine schnelle, als auf eine sichere Reise ankommt, sollte alsdann über B.-B.-Bug beiliegen, da der Wind im Allgemeinen von Süden nach Südwesten, Westen und Nordwesten dreht. Dasselbe gilt natürlich auch für jedes Schiff, welchem der Sturm zu schwer ist. Ein gutes, nach West bestimmtes Schiff indessen kann den St.-B.-Bug beibehalten, bis der Wind bei steigendem Barometer nach Westen dreht, und dann Südwestcurs nehmen. Hierbei käme man allerdings in die schwere See und könnte leichter backe Segel bei der Windänderung bekommen, doch wird angenommen, dass der Führer auf diese Gefahren vorbereitet ist.

Hat der Wind nach Nordwest gedreht, so führt der B.-B.-Bug vom Centrum einer solchen atmosphärischen Störung weg; indess ist es möglich, dass man bald in den südlichen Wind der Ostseite eines neuen herankommenden Depressionsgebietes hineinsegelt, wie dies im Winter sehr häufig der Fall ist."

c) „Die Stürme der südlichen gemässigten Zone. Die vorherrschenden Stürme hoher südlicher Breiten gleichen denen des Nordens, und gilt für ihre Beschreibung das oben Gesagte, wenn man für Nord stets Süd setzt. Die Stürme beginnen aus Nord oder Nordost und enden aus West oder Südwest. In der südlichen Hemisphäre liegt bei nördlichen Winden ein niedriger Druck im Westen; die Art, in welcher gewöhnlich der Wind ändert, beweist, dass auch hier die Gebiete niedrigen Druckes nach Osten ziehen.

Das Verhalten einem schweren Sturm gegenüber, oder mit einem schwachen Schiff in einem gewöhnlichen Sturm ist umgekehrt als in Nordbreiten: der St.-B.-Bug ist der günstige zum Seehalten, da der Wind gewöhnlich von Nord durch Nordwest nach Südwest dreht und bei Südwestwind der St.-B.-Bug das Schiff aus dem niedrigen Druck, dem der Wind entspricht, herausbringt; natürlich kann man, und in den Wintermonaten wird dies sehr wahrscheinlich der Fall sein, bald in den nördlichen Wind der östlichen Seite einer andern herankommenden Depression gelangen.

Ein nach Westen bestimmtes Schiff wird am schnellsten vorwärts kommen, wenn es bei Nord- und Nordwestwind über B.-B.-Bug liegt, bis der Wind nach West und Südwest dreht, worauf dann nordwestlicher Kurs zu nehmen ist; doch gilt hier dasselbe, was bei den Reisen in hohen nördlichen Breiten angeführt war.

Wenn oben in Bezug auf die gewöhnlichen Stürme hoher Breiten gesagt war, dass bei ihnen gewöhnlich wenig oder kein östlicher Wind auftritt, so darf daraus doch nicht geschlossen werden, dass es nicht auch Stürme mit steilen Gradienten auf allen Seiten gäbe, und daher auch mit ebenso starken östlichen als westlichen Winden. Diese Stürme sind indess nicht annähernd so häufig, als die übrigen; sie müssen wie Cyclonen behandelt werden.

„In den Tropen kommen Stürme, welche recht eigentlich als Cyclone zu bezeichnen sind, im atlantischen, stillen und indischen Ocean vor; sie treten indess selten innerhalb 5—6° vom Aequator auf und erstrecken sich in nicht sehr hohe Breiten. Am häufigsten und heftigsten scheinen sie in Westindien, in der Nähe von Mauritius, in der Bai von Bengalen und in dem chinesischen Meere zu sein; in diesen Gebieten zeigen sie sich namentlich während der den Sommersolstitien folgenden Monate, oder mit anderen Worten: von Juli bis October in der nördlichen und von December bis April in der südlichen Hemisphäre. Im arabischen Meer und in der Bai von Bengalen kommen sie am häufigsten von April bis Juni, sowie im October, November und Anfangs December vor. Des Näheren giebt hierüber folgende Tabelle Aufschluss.

Ort.	Januar	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	Octbr.	Novbr.	Decbr.	Summe
Westindien (300 Jahre)	5	7	11	6	5	10	42	96	80	69	17	7	355
Südind. Ocean (39 J., 1809—1848)	9	13	10	8	4	—	—	—	1	1	4	3	53
Bombay (25 Jahre).	1	1	1	5	9	2	4	5	8	12	9	5	62
Bai von Bengalen (139 Jahre) .	2	—	2	9	21	10	3	4	6	31	18	9	115
Chinesisches Meer (85 Jahre) . .	5	1	5	5	11	10	22	40	58	35	16	6	214

Die Cyclone haben ausser einer rotirenden Bewegung um das Centrum auch eine fortschreitende. Letztere geht in gerader Linie oder in einer Kurve zeitweise mit grosser Geschwindigkeit vor sich, zeitweise steht auch das Sturmfeld still oder legt nur einige Meilen in der Stunde zurück. Der Durchmesser des Sturmfeldes variirt von 20 oder 30 bis zu einigen hundert Seemeilen.

Charakteristisch für die Cyclone ist der Umstand, dass die Drehung stets nach ein und derselben Seite erfolgt: in der nörd-

lichen Halbkugel gegen die Zeiger der Uhr, in der südlichen Halbkugel mit den Zeigern der Uhr. Die Kenntniss dieses Gesetzes gibt ein Mittel, einmal die Cyclone von den Stürmen zu unterscheiden, in denen der Wind wenig seine Richtung ändert, sowie ferner die Lage des Centrums zum Schiffsort zu finden; es zeigt demnach, wie man das Centrum vermeiden und somit dem Ort der grössten Gefahr ausweichen kann.

Im atlantischen und indischen Ocean nehmen diese Stürme im Osten ihren Anfang, ziehen darauf einige Tage lang einen Weg, welcher nicht genau Westen ist, sondern um 1—2 Strich hiervon nach dem Pole der Hemisphäre zu abweicht, welche sie durchkreuzen. Während ihres Fortschreitens scheinen sie mehr und mehr Neigung zu haben, vom Aequator abzubiegen. In noch höherem Grade geschieht dies gewöhnlich auf 25° Breite, bis sie sich nach Nordost auf der nördlichen und nach Südost auf der südlichen Halbkugel bewegen. Die Cyclonen des atlantischen Oceans biegen fast stets im Golf von Mexiko oder in dessen Nähe um und folgen der nordamerikanischen Küste. — Die Cyclonen in der Bai von Bengalen scheinen ihren Ursprung in der Nähe von den Andamanen, die des Golfs von Arabien nahe den Laccadiven zu nehmen. Ihre Bahn ist gewöhnlich eine westliche oder nordwestliche; erstere kreuzen bisweilen die indische Halbinsel, bisweilen gehen sie an Bengalen vorüber und krümmt sich der Weg nach Osten zurück. — Die chinesischen Taifune haben gewöhnlich einen westlichen oder nordwestlichen Curs.

Die Geschwindigkeit, mit welcher die Cyclonen während eines Tages fortschreiten, kann, obwohl dieselbe variabel, in Westindien zu 300 Sm., in der arabischen See, der Bai von Bengalen und in dem chinesischen Meer zu 200 Sm. angenommen werden; in dem südlichen indischen Ocean variirt dieselbe von 50 bis 200 Sm.

Von allen Anzeichen, welche das Herannahen eines Wirbelsturms verkünden, ist das beste und sicherste das Barometer. Stets treten sehr grosse barometrische Störungen ein: bei einigen Stürmen stand der Barometer im Centrum 50,8^{mm} (2 Zoll engl.) niedriger als ausserhalb des Sturmfeldes. Fällt daher der Barometer schnell oder wird auch nur die Regelmässigkeit der täglichen Schwankungen unterbrochen, so ist Gefahr zu besorgen. Ueber die Grösse der zu erwartenden Druckabnahme kann keine Regel gegeben werden. Zahlreiche Berichte liegen über Fälle vor, bei denen der Barometer unter 711,2^{mm} (28 Z.) in Westindien fiel; über die Plötzlichkeit

der Druckabnahme giebt ein authentischer Bericht dahin Aufschluss, dass die Abnahme des Barometerstandes in $1^{h}\ 10^{m}\ 43{,}18^{mm}$ (1,7 Z.) betrug. Meldrum sagt, dass im südindischen Ocean das Barometer gewöhnlich unter $711{,}2^{mm}$ (28 Z.) fällt; in der Bai von Bengalen soll ein Druck von $700{,}53^{mm}$ (27,58 Z.) beobachtet sein (vergl. oben S. 182). Der ungefähre barometrische Gradient nahe dem Centrum der schwersten dieser Stürme soll etwas mehr als $25{,}4^{mm}$ (1 Z.) auf 50 Sm. betragen (vergl. oben S. 328).

Je mehr sich das Sturmcentrum nähert, um so schneller werden, sofern sich das Schiff nicht gerade in der Cyclonbahn befindet, die Aenderungen des Windes vor sich gehen; während beim ersten Eintreten in das Sturmfeld der Wind allmählich herumgeht, springt derselbe zuletzt plötzlich nach der entgegengesetzten Richtung. Vielfach wird berichtet, dass die Windstärke im Centrum plötzlich abnimmt, die Wolken für kurze Zeit sich zerstreuen, und dann den Sturm bald mit erneuter Gewalt hervorbrechen zu lassen. Es sollte das Centrum des Sturmfeldes um jeden Preis vermieden werden.

Die erste Aufgabe für den in einen Cyclon hineingerathenen Schiffsführer ist es, die Lage des Centrums festzustellen. Kehrt man das Gesicht dem Winde zu so, ist die ungefähre Peilung des Centrums in der nördlichen Hemisphäre 8 Strich rechts, auf der südlichen Halbkugel 8 Strich links; bei Nordostwind liegt also das Centrum auf der nördlichen Hemisphäre ungefähr in Südost und auf der südlichen Halbkugel bei Nordwestwind in Südwest.

In der Folge ist der Einfachheit halber die Windbewegung innerhalb des Cyclons als nahezu kreisförmig angenommen worden. Letzteres ist indess in Wirklichkeit, genau genommen, nicht der Fall, sondern häufig ist die Richtung in einzelnen Theilen des Sturmfeldes mehr oder weniger nach innen gekehrt. In einer erheblichen Entfernung vom Centrum und ehe das Barometer sehr unter seinen normalen Stand gefallen ist, liegt das Centrum ungefähr 10 oder 12 Strich von der Windrichtung; nach einem Barometerfall von $12{,}70^{mm}$ (0,5 Z.) oder $15{,}24^{mm}$ (0,6 Z.) bildet der dann wehende Wind wahrscheinlich einen Theil des Sturmwirbels, und kann man das Centrum 8 Strich von der Windrichtung annehmen.

Nach Kenntniss der ungefähren Lage des Cyclonencentrums ist festzustellen, auf welcher Seite der Cyclonbahnen das Schiff sich befindet, und in welcher Richtung der Wirbel fortschreitet. Befindet man sich auf der nördlichen Erdhälfte im rechten Halbkreise eines nach West fortschreitenden Sturmes — Gesicht nach der Fort-

bewegungsrichtung der Cyclone gewendet — so wird der Wind von Nordost nach Ost, Südost, Süd etc. oder mit dem Zeiger der Uhr sich ändern; in dem linken Halbkreise dagegen wird der Wind über Nord nach Nordwest, West etc. oder gegen den Zeiger der Uhr umlaufen. Aehnlich geht bei einem nach West sich bewegenden Wirbelsturm auf der südlichen Halbkugel im rechten Halbkreise der Wind von Süd über Südwest, West etc. oder mit dem Zeiger der Uhr, im südlichen Halbkreise über Südost, Ost, Nordost Nord etc. oder gegen den Zeiger der Uhr. Vorausgesetzt hierbei wird, dass das Schiff beigedreht liegt; bewegt sich nämlich das Schiff schneller und in derselben Richtung wie der Sturm, so wird die Windänderung in entgegengesetzter Richtung vor sich gehen. — Bleibt für ein beiliegendes Schiff die Richtung des Windes dieselbe, nimmt aber die Stärke desselben bei fallendem Barometer zu, so befindet man sich auf der Bahn des herannahenden Sturmes, also in der gefahrvollsten aller Positionen. An der Vorderfront des Sturmfeldes ist der Wind quer zur Bahn des Centrums gerichtet, auf der einen Seite zu dieser hin, auf der anderen von dieser weg führend. Hiernach kann ein Schiff, welches auf der einen Seite der Sturmbahn vor dem Winde läuft, leicht die Sturmbahn vor dem Centrum, also unter den gefährlichsten Verhältnissen, kreuzen; im anderen Halbkreise dagegen wird ein vor dem Winde laufendes Schiff wahrscheinlich die Bahn im Rücken des Centrums kreuzen. Den ersteren dieser Halbkreise hat man den „gefährlichen" Halbkreis genannt. Derselbe befindet sich — Gesicht nach der Richtung gewandt, nach welcher der Sturm fortschreitet — auf der nördlichen Halbkugel stets rechter, auf der südlichen Halbkugel stets linker Hand. In beiden Hemisphären ändert sich für ein beiliegendes Schiff im rechten Halbkreis der Wind stets mit dem Zeiger der Uhr, im linken Halbkreise gegen den Zeiger der Uhr. Der Halbkreis mit rechtsdrehenden Winden ist auf der nördlichen, der mit linksdrehenden Winden auf der südlichen Halbkugel der gefährliche.

Zur näheren Erläuterung dienen nachfolgende Figuren, in denen die Kreise die Sturmfelder, die Pfeile die Drehung der letzteren, die dunklen Theile die gefährlichen Halbkreise, die Pfeilgruppen zu beiden Seiten der Sturmbahn die Richtung angeben, in welcher der Wind für ein beiliegendes Schiff dort wehen und herumgehen würde.

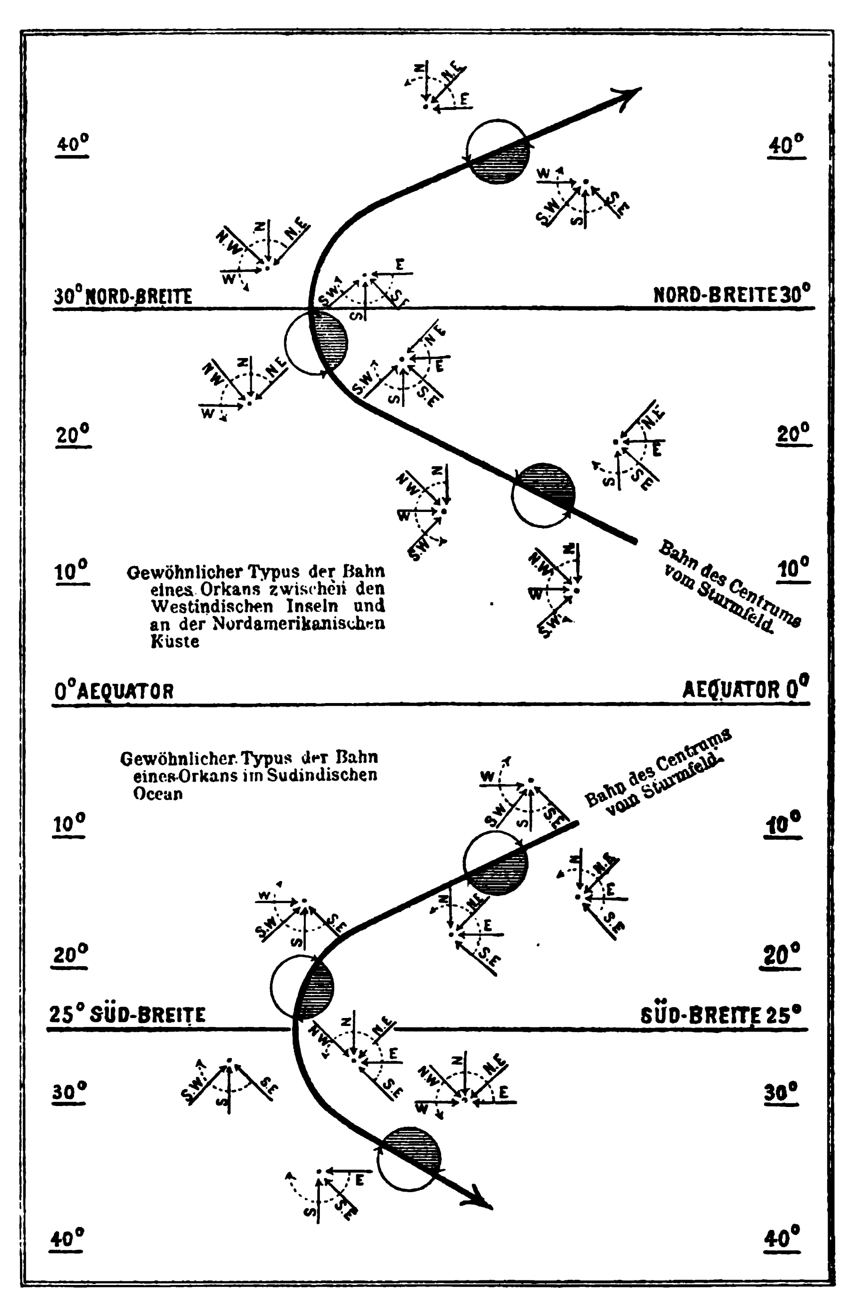

40°
30° NORD-BREITE
NORD-BREITE 30°
20°
10°
Gewöhnlicher Typus der Bahn eines Orkans zwischen den Westindischen Inseln und an der Nordamerikanischen Küste
Bahn des Centrums vom Sturmfeld
0° AEQUATOR
AEQUATOR 0°
Gewöhnlicher Typus der Bahn eines Orkans im Sudindischen Ocean
Bahn des Centrums vom Sturmfeld
25° SÜD-BREITE
SÜD-BREITE 25°
30°
40°

Fig. 66.

Die Umbiegung der Bahn erfolgt stets nach der Seite des gefährlichen Halbkreises hin, d. h. nach rechts auf der nördlichen, nach links auf der südlichen Halbkugel. So lange daher auf der nördlichen Hemisphäre das Centrum nach West fortschreitet, sind die Winde in der Front nordöstliche; wendet sich die Sturmbahn nach Nord, so sind die Winde in der Front östliche; ist eine östliche Richtung seitens des Centrums angenommen, so sind die Winde in der Front südöstliche. Aehnlich, doch umgekehrt, ist es auf der südlichen Hemisphäre: die Winde vor dem Centrum sind anfangs südöstliche und zuletzt nordöstliche. Unter der Voraussetzung, dass die Sturmbahn dieselbe Form, wie in der nachstehenden Figur hat und auf 30° n. Br. bezw. 26° s. Br. umbiegt, ergeben sich folgende Regeln, um den gefährlichsten Wind zu finden:

Nördliche Halbkugel		Südliche Halbkugel	
Zwischen 0° und 30° nördl. Br.	NE	Zwischen 0° und 26° südl. Br.	SE
In ca. 30° nördl. Br.	E	In ca. 26° südl. Br.	E
Nördlich von 30° nördl. Br.	SE	Südlich von 26° südl. Br.	NE

Es sind diese Winde aus dem Grunde am gefährlichsten, weil das Schiff, sobald der Wind beständig aus der bezüglicheu Richtung weht und das Barometer fortfährt, stark zu fallen, sich in der Sturmbahn und zwar rechts vor derselben, also in der gefährlichsten Position, befinden muss.

Die Entfernung des Schiffes vom Wirbelcentrum zu schätzen, ist schwer; sowohl wegen der Unsicherheit über die Beziehung zwischen der Peilung des Centrums und der Windrichtung, als auch namentlich wegen des Fehlens jeglichen Mittels, die Ausdehnung des Sturmfeldes zu bestimmen. Fällt das Barometer langsam, und wird das Wetter nur allmählich schlechter, so kann man mit Recht annehmen, dass das Centrum entfernt ist; umgekehrt lässt sich bei schnell fallendem Barometer und zunehmendem schlechtem Wetter darauf schliessen, dass das Centrum in gefährlicher Nähe herankommt."

Praktische Regeln für Seeleute in tropischen Wirbelstürmen.

„In der Gegend und in der Jahreszeit der Drehstürme hat man sorgfältig auf etwaige Anzeichen derselben zu achten. Namentlich ist beständig und sorgfältig der Barometerstand zu beobachten und zu notiren.

Sind Anzeichen von einem in der Nähe befindlichen Cyclone vorhanden, so drehe man bei, beobachte und notire sorgfältig Barometerstand und Windrichtung, um sich über Richtung des Centrums und durch Feststellung der Windänderung über den Halbkreis zu vergewissern, in welchem sich das Schiff befindet. Viel kann häufig vom rechtzeitigen Beidrehen abhängen.

Ist nach sorgfältiger Beobachtung Grund zu der Annahme vorhanden, dass das Centrum einer Cyclone herannaht, so sollten die folgenden Regeln massgebend sein für den Entschluss, ob man beigedreht liegen bleibt oder nicht, und welchen Bug man zum Beidrehen wählt.

Nördliche Halbkugel: Im rechten Halbkreise drehe bei über B.-B.-Bug. Im linken Halbkreise laufe man, wenn möglich, mit dem Wind von St.-B. achtern; und wenn das Barometer steigt, so drehe man bei über St.-B.-Bug, um nöthigenfalls das Schiff nicht zu weit vom eigentlichen Curse abzubringen.

Südliche Halbkugel: Im rechten Halbkreise laufe man, wenn möglich, mit Wind von B.-B. achtern (hinten); wenn das Barometer steigt, und man das Schiff nicht zu weit vom eigentlichen Curs abkommen lassen darf, so drehe man bei über B.-B.-Bug. Im linken Halbkreise drehe man bei über St.-B.-Bug.

Beide Halbkugeln: Befindet sich das Schiff gerade in der Bahn des herannahenden Sturmes — die gefährlichste aller Positionen — so laufe man weg. Auf jeden Fall handle man derart, dass die Entfernung vom Centrum so schnell als möglich vergrössert wird; hierbei ist in Rechnung zu ziehen, dass das ganze Sturmfeld näher rückt.

Beidrehen auf beiden Halbkugeln: Im rechten Halbkreise drehe man bei über B.-B.-Bug; im linken Halbkreise drehe bei über St.-B.-Bug; unter diesen Umständen wird der Wind für das Schiff raumen (günstiger werden).

Mit der Entfernung vom Centrum eines Cyclons wird das Barometer steigen, Wind und See nachlassen.

Es ist zu bemerken, dass es in einzelnen Fällen Schiffen bei langsam fortschreitendem Sturm möglich sein mag, aus dem gefährlichen Halbkreis durch Laufen quer über die Front des Sturmes herauszukommen; da indess die Fortbewegungsgeschwindigkeit des Sturmes ganz unsicher, so ist dies ein gefährliches Unternehmen, und vor der Wahl desselben sollte man sich zunächst sorgfältig alle

Verhältnisse des vorliegenden Falles überlegen, besonders die Geschwindigkeit des Barometerfalls beobachten.

Cyclonen im südindischen Ocean: Die Untersuchungen von Meldrum, dem Direktor vom kgl. Observatorium zu Mauritius, haben gezeigt, dass im südindischen Ocean die sich der Südseite eines Cyclons nähernden Schiffe fast stets auf einen starken Passat treffen, welcher zum Sturme auffrischt. Schwer ist zu sagen, unter welchen Umständen der Passat den Theil eines Sturmwirbels bildet; infolge dessen kann in dieser Position selten die Lage des Sturmcentrums aus der Windrichtung gefolgert werden.

Unter solchen Umständen ist es empfehlenswerth, beizudrehen und Wind und Barometer zu beobachten; ist der Wind bestimmt nach Ost oder Süd herumgegangen, so kann man annähernd schliessen, dass das Centrum bei der Schiffsposition passirt ist; ist das Barometer um 15,24^{mm} (0,6 Z.) von seiner Höhe bei Beginn des Sturmes gefallen, so kann die Lage des Centrums nahezu rechtwinklig zur Windrichtung angenommen werden.

Dreht der Wind entschieden von Südost nach Süd, so laufe man nach Nordwest. Bleibt der Wind beständig Südost bei zunehmender Stärke und weiter fallendem Barometer, so kommt der Sturm wahrscheinlich auf das Schiff direkt zu; in diesem, dem gefährlichsten von allen Fällen, laufe man nach Nordwest.

Es ist auch festgestellt, dass in den Cyclonen des südindischen Oceans nordöstliche und östliche Winde oft, wenn nicht immer, nach dem Centrum zu wehen. Unter diesen Umständen ist es besser, so viel Ost als möglich zu machen.

Es kann leicht nachgewiesen werden, bemerkt Meldrum, dass alle heimkehrenden Schiffe, welche Mauritius wegen Reparaturen angelaufen haben, dies infolge von Schäden thaten, welche sie durch Hineinlaufen in die Nordseite einer Cyclone erlitten. Die Versuchung, mit einer günstigen Brise zu laufen, ist für solche Schiffe gross; indess sollte ein auffrischender nördlicher oder nordöstlicher Wind bei fallendem Barometer und drohendem Aussehen des Wetters zu frühzeitigem Beidrehen mahnen."

Anhang II.

Hilfstafeln.

Verwandlung von Réaumur-Graden in Celsius-Grade.

+ Réaumur.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,00	0,13	0,25	0,38	0,50	0,63	0,75	0,88	1,00	1,13
1	1,25	1,38	1,50	1,63	1,75	1,88	2,00	2,13	2,25	2,38
2	2,50	2,63	2,75	2,88	3,00	3,13	3,25	3,38	3,50	3,63
3	3,75	3,88	4,00	4,13	4,25	4,38	4,50	4,63	4,75	4,88
4	5,00	5,13	5,25	5,38	5,50	5,63	5,75	5,88	6,00	6,13
5	6,25	6,38	6,50	6,63	6,75	6,85	7,00	7,13	7,25	7,38
6	7,50	7,63	7,75	7,88	8,00	8,13	8,25	8,38	8,50	8,63
7	8,75	8,88	9,00	9,13	9,25	9,38	9,50	9,63	9,75	9,88
8	10,00	10,13	10,25	10,38	10,50	10,63	10,75	10,88	11,00	11,13
9	11,25	11,38	11,50	11,63	11,75	11,88	12,00	12,13	12,25	12,38
10	12,50	12,63	12,75	12,68	13,00	13,13	13,25	13,38	13,50	13,63

Verwandlung von Fahrenheit-Graden in Celsius-Grade.

32° Fahrenheit ±	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,00	0,06	0,11	0,17	0,22	0,28	0,33	0,39	0,44	0,50
1	0,56	0,61	0,67	0,72	0,78	0,83	0,89	0,94	1,00	1,06
2	1,11	1,17	1,22	1,28	1,33	1,39	1,44	1,50	1,56	1,61
3	1,67	1,72	1,78	1,83	1,89	1,94	2,00	2,06	2,11	2,17
4	2,22	2,28	2,33	2,39	2,44	2,50	2,56	2,61	2,67	2,72
5	2,78	2,83	2,89	2,94	3,00	3,06	3,11	3,17	3,22	3,28
6	3,33	3,39	3,44	3,50	3,56	3,61	3,67	3,72	3,78	3,83
7	3,89	3,94	4,00	4,06	4,11	4,17	4,22	4,28	4,33	4,39
8	4,44	4,50	4,56	4,61	4,67	4,72	4,78	4,83	4,89	4,94
9	5,00	5,06	5,11	5,17	5,22	5,28	5,33	5,39	5,44	5,50
10	5,56	5,61	5,67	5,72	5,78	5,83	5,89	5,94	6,00	6,06

Verwandlung der Pariser Zolle in Millimeter.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
27,0710	54,1399	81,2098	108,2798	135,3497	162,4197	189,4896	216,5596	243,6295	270,6995

Verwandlung der Pariser Linien in Millimeter.

1 Pariser Linie = 2,255 829^{mm} = 0,088 814 engl. Zoll.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2,2558	2,4814	2,7070	2,9326	3,1581	3,3837	3,6093	3,8349	4,0605	4,2860
2	4,5117	4,7372	4,9628	5,1884	5,4140	5,6396	5,8651	6,0907	6,3163	6,5419
3	6,7675	6,9931	7,2186	7,4442	7,6698	7,8954	8,1210	8,3465	8,5721	8,7977
4	9,0233	9,2489	9,4745	9,7001	9,9256	10,1512	10,3768	10,6024	10,8280	11,0535
5	11,2791	11,5047	11,7303	11,9559	12,1815	12,4070	12,6326	12,8582	13,0837	13,3094
6	13,5350	13,7606	13,9861	14,2117	14,4373	14,6629	14,8885	15,1140	15,3396	15,5652
7	15,7908	16,0164	16,2420	16,4675	16,6931	16,9187	17,1443	17,3699	17,5954	17,8210
8	18,0466	18,2722	18,4978	18,7234	18,9490	19,1745	19,4001	19,6257	19,8513	20,0779
9	20,3025	20,5280	20,7536	20,9792	21,2048	21,4303	21,6559	21,8815	22,1071	22,3327
10	22,5583	22,7839	23,0095	23,2350	23,4606	23,6862	23,9118	24,1374	24,3629	24,5885

Höhe einer Luftsäule (in Metern), deren Druck 1^{mm} beträgt.

Temp. °C.	680	690	700	710	720	730	740	750	760	770	780
− 30	10,46	10,31	10,16	10,02	9,88	9,74	9,61	9,48	9,36	9,24	9,12
− 28	10,55	10,39	10,24	10,10	9,96	9,82	9,69	9,56	9,44	9,32	9,20
− 26	10,63	10,48	10,33	10,19	10,04	9,90	9,77	9,64	9,51	9,39	9,27
− 24	10,72	10,56	10,41	10,27	10,12	9,98	9,85	9,71	9,59	9,47	9,35
− 22	10,80	10,65	10,50	10,35	10,21	10,06	9,93	9,79	9,67	9,54	9,42
− 20	10,89	10,73	10,58	10,44	10,29	10,14	10,01	9,87	9,74	9,62	9,50
− 18	10,98	10,82	10,66	10,52	10,37	10,22	10,09	9,95	9,82	9,70	9,57
− 16	11,06	10,90	10,75	10,60	10,45	10,30	10,17	10,03	9,90	9,77	9,65
− 14	11,15	10,99	10,83	10,68	10,53	10,38	10,25	10,10	9,97	9,85	9,72
− 12	11,23	11,07	10,92	10,77	10,61	10,47	10,32	10,18	10,05	9,92	9,80
− 10	11,32	11,16	11,00	10,85	10,70	10,55	10,40	10,26	10,13	10,00	9,87
− 8	11,41	11,24	11,08	10,93	10,78	10,63	10,48	10,34	10,20	10,08	9,95
− 6	11,49	11,33	11,17	11,02	10,86	10,71	10,56	10,42	10,28	10,15	10,02
− 4	11,58	11,41	11,25	11,10	10,94	10,79	10,64	10,49	10,36	10,22	10,10
− 2	11,66	11,50	11,34	11,18	11,02	10,87	10,72	10,57	10,43	10,30	10,18
0	11,75	11,58	11,42	11,26	11,10	10,95	10,80	10,65	10,51	10,38	10,25
+ 2	11,85	11,68	11,51	11,35	11,19	11,03	10,89	10,74	10,60	10,46	10,32
+ 4	11,94	11,77	11,60	11,44	11,28	11,12	10,97	10,83	10,69	10,55	10,41
+ 6	12,04	11,86	11,69	11,53	11,37	11,20	11,06	10,91	10,77	10,63	10,49
+ 8	12,13	11,96	11,78	11,62	11,46	11,29	11,15	11,00	10,85	10,71	10,57
+ 10	12,22	12,05	11,87	11,71	11,55	11,38	11,23	11,08	10,94	10,80	10,66
+ 12	12,32	12,14	11,97	11,80	11,63	11,47	11,32	11,17	11,02	10,88	10,74
+ 14	12,41	12,23	12,06	11,89	11,72	11,55	11,41	11,25	11,11	10,96	10,82
+ 16	12,51	12,33	12,15	11,98	11,81	11,64	11,49	11,34	11,19	11,04	10,89
+ 18	12,60	12,42	12,24	12,07	11,90	11,73	11,58	11,43	11,27	11,12	10,97
+ 20	12,69	12,51	12,33	12,16	11,99	11,82	11,67	11,51	11,36	11,21	11,06
+ 22	12,79	12,61	12,42	12,25	12,08	11,90	11,75	11,60	11,44	11,29	11,14
+ 24	12,88	12,70	12,51	12,34	12,17	11,99	11,84	11,68	11,53	11,38	11,23
+ 26	12,98	12,79	12,61	12,43	12,26	12,08	11,93	11,77	11,61	11,46	11,31
+ 28	13,07	12,88	12,70	12,52	12,35	12,17	12,01	11,85	11,70	11,55	11,40
+ 30	13,16	12,98	12,79	12,61	12,43	12,25	12,10	11,94	11,78	11,63	11,48

Reduction des in Millimetern getheilten Barometers auf 0° C.

Temp. °C.	680	700	720	740	760	780	Temp. °C.	680	700	720	740	760	780
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							
1	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,13	16	1,77	1,83	1,88	1,93	1,98	2,04
2	0,22	0,23	0,24	0,24	0,25	0,26	17	1,86	1,94	2,00	2,05	2,11	2,16
3	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38	18	2,00	2,05	2,11	2,17	2,23	2,29
4	0,44	0,46	0,47	0,48	0,50	0,51	19	2,11	2,17	2,23	2,29	2,35	2,41
5	0,56	0,57	0,59	0,60	0,62	0,64	20	2,22	2,28	2,35	2,41	2,48	2,54
6	0,67	0,69	0,71	0,73	0,74	0,76	21	2,33	2,39	2,46	2,53	2,60	2,67
7	0,78	0,80	0,82	0,85	0,87	0,89	22	2,44	2,51	2,58	2,65	2,72	2,79
8	0,89	0,91	0,94	0,97	0,99	1,02	23	2,55	2,62	2,70	2,77	2,85	2,92
9	1,00	1,03	1,06	1,09	1,12	1,14	24	2,66	2,73	2,81	2,89	2,97	3,05
10	1,11	1,14	1,18	1,21	1,24	1,27	25	2,77	2,85	2,93	3,01	3,09	3,17
11	1,22	1,26	1,29	1,33	1,36	1,40	26	2,88	2,96	3,05	3,13	3,22	3,30
12	1,33	1,37	1,41	1,45	1,49	1,53	27	2,99	3,08	3,16	3,25	3,34	3,43
13	1,44	1,48	1,58	1,57	1,61	1,65	28	3,10	3,19	3,28	3,37	3,46	3,55
14	1,55	1,60	1,64	1,69	1,78	1,78	29	3,21	3,30	3,40	3,49	3,58	3,68
15	1,66	1,71	1,70	1,81	1,86	1,91	30	3,32	3,42	3,51	3,61	3,71	3,81

Die Correctionsgrösse ist für negative Temperaturen zu addiren, für positive zù subtrahiren.

Reduction des in Pariser Linien getheilten Barometers auf 0° R.

Temp. °R.	300‴	320‴	340‴	Temp. °R.	300‴	320‴	340‴
−9	+0,45	+0,48	+0,51	11	−0,76	−0,81	−0,86
−8	+0,39	+0,42	+0,45	12	−0,82	−0,87	−0,92
−7	+0,33	+0,35	+0,38	13	−0,88	−0,93	−0,99
−6	+0,27	+0,29	+0,31	14	−0,94	−1,00	−1,06
−5	+0,21	+0,22	+0,24	15	−1,00	−1,06	−1,13
−4	+0,15	+0,16	+0,17	16	−1,06	−1,13	−1,20
−3	+0,09	+0,10	+0,10	17	−1,12	−1,19	−1,27
−2	+0,03	+0,03	+0,03	18	−1,18	−1,25	−1,33
−1	−0,03	−0,03	−0,04	19	−1,24	−1,32	−1,40
0	−0,09	−0,10	−0,10	20	−1,30	−1,38	−1,47
+1	−0,15	−0,16	−0,17	21	−1,36	−1,45	−1,54
2	−0,21	−0,23	−0,24	22	−1,42	−1,51	−1,61
3	−0,27	−0,29	−0,31	23	−1,48	−1,58	−1,67
4	−0,33	−0,36	−0,38	24	−1,54	−1,64	−1,74
5	−0,39	−0,42	−0,45	25	−1,60	−1,71	−1,81
6	−0,45	−0,48	−0,51	26	−1,66	−1,77	−1,88
7	−0,51	−0,55	−0,58	27	−1,72	−1,84	−1,95
8	−0,57	−0,61	−0,65	28	−1,78	−1,90	−2,02
9	−0,63	−0,68	−0,72	29	−1,84	−1,97	−2,09
10	−0,70	−0,74	−0,79	30	−1,90	−2,03	−2,16

Reduction der in englischen Zollen ausgedrückten Barometerstände.

Temperatur °F.	°R.	27″,0	28″,0	29″,0	30″,0	31″,0	Temperatur °F.	°R.	27″,0	28″,0	29″,0	30″,0	31″,0
		+0,	+0,	+0,	+0,	+0,			−0,	−0,	−0,	−0,	−0,
12	−8,9	040	042	043	045	046	52	8,9	057	059	061	063	065
14	−8,0	035	037	038	039	040	54	9,8	062	064	066	068	071
16	−7,1	030	032	033	034	035	56	10,7	066	069	071	074	076
18	−6,2	025	026	027	028	029	58	11,5	071	074	077	079	082
20	−5,3	021	021	022	023	024	60	12,4	076	079	082	085	087
22	−4,4	016	016	017	018	018	62	13,3	081	084	087	090	093
24	−3,6	011	011	012	012	013	64	14,2	086	089	092	095	098
26	−2,7	006	006	007	007	007	66	15,1	090	094	097	101	104
28	−1,8	001	001	001	001	001	68	16,0	095	099	103	106	109
		−0,	−0,	−0,	−0,	−0,							
30	−0,9	004	004	004	004	004	70	16,9	100	104	108	111	115
32	0,0	008	009	009	009	010	72	17,8	105	109	113	117	120
34	0,9	013	014	015	015	015	74	18,7	110	114	118	122	126
36	1,8	018	019	020	020	021	76	19,6	114	119	123	127	131
38	2,7	023	024	026	026	026	78	20,4	119	124	128	133	137
40	3,6	028	029	031	031	032	80	21,3	124	129	133	138	143
42	4,4	033	034	036	036	037	82	22,2	129	134	138	143	148
44	5,3	037	039	042	042	043	84	23,1	134	139	144	149	154
46	6,2	042	044	047	047	049	86	24,0	138	144	149	154	159
48	7,1	047	049	052	052	054	88	24,9	143	149	154	159	165
50	8,0	052	054	058	058	060	90	25,8	148	153	159	164	170

Verwandlung der Pariser Fusse in Meter.

1 Pariser Fuss = 0,3248394^{m} = 1,065765 engl. Fuss = 1,027710 Wiener Fuss.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,3248	0,6497	0,9745	1,2994	1,6242	1,9490	2,2739	2,5987	2,9235	3,2484

1 Toise = 6 Pariser Fuss = 1,949036^{m}.
1 Wiener Klafter = 6 Wiener Fuss = 1,896484^{m}.

Verwandlung der englischen Zolle in Millimeter.

1 engl. Zoll = 25,39954^{mm}.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	25,400	27,94	30,48	33,02	35,56	38,10	40,64	43,18	45,72	48,26
2	50,799	53,34	55,88	58,42	60,96	63,50	66,04	68,58	71,12	73,66
3	76,199	78,74	81,21	83,82	86,36	88,90	91,44	93,98	96,52	99,06
4	101,598	104,14	106,68	109,22	111,76	114,30	116,84	119,38	121,92	124,46
5	126,998	129,54	132,08	134,62	137,16	139,70	142,24	144,78	147,32	149,86
6	152,397	154,94	157,48	160,02	162,56	165,10	167,64	170,18	172,72	175,26
7	177,797	180,34	182,88	185,42	187,96	190,50	193,04	195,58	198,12	200,66
8	203,196	205,74	208,28	210,82	213,36	215,90	218,44	220,98	223,52	226,06
9	228,596	231,14	233,68	236,22	238,76	241,30	243,84	246,38	248,92	251,46
10	253,995	256,54	259,08	261,62	264,16	266,70	269,24	271,78	274,32	276,86

Verwandlung der englischen Fuss in Meter.

1 engl. Fuss = 0,3 047 945 ^{m} = 0,938 293 pariser Fuss = 0,9642 932 wiener Fuss.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,3048	0,6096	0,9144	1,2192	1,5240	1,8288	2,1336	2,4384	2,7432	3,0480

1 engl. Faden = 1,828 767 ^{m}.

1 ^{mm} = 0,443 296 pariser Linie = 0,03 937 079 engl. Zoll.

Verwandlung der geographischen (Deutschen) Meilen in Kilometer.

1 geogr. Meile = 7,420 438 ^{km} = 4,610 930 engl. Meilen = 4,000 000 Seemeilen = 0,978 1835 österr. Meilen.

Geogr. Meile	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
km	7,42	14,84	22,26	29,68	37,10	44,52	51,94	59,36	66,78	74,20

Verwandlung der englischen (Statute-) Meilen in Kilometer.

1 engl. Meile = 1,609 315 ^{km} = 0,216 8760 geogr. Meilen = 0,212 1445 österr. Meilen = 0,86 750 Seemeilen.

Engl. Meile	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
km	1,609	3,219	4,828	6,437	8,047	9,657	11,265	12,874	14,484	16,093

1 österr. Meile = 7,585 937 ^{km} = 1,022 303 geogr. Meilen = 4 713 768 engl. Meilen = 4,08 921 Seemeilen.

1 Seemeile = 1,85 511 ^{km} = 0,25 000 geogr. Meilen = 1,115 273 engl. Meilen = 0,24 455 österr. Meilen.

1 Werst = 1,06 678 ^{km} = 0,14 376 geogr. Meilen = 0,66 288 engl. Meilen = 0,57 505 Seemeilen = 0,14 063 österr. Meilen.

Windgeschwindigkeit. Verwandlung von engl. (Statute-)Meilen pro Stunde in Meter pro Sekunde.

1 engl. Meile pro Stunde = 0,447 032 ^{m} pro Sekunde.

Engl. Meilen	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0,45	0,49	0,54	0,58	0,63	0,67	0,72	0,76	0,80	0,85
2	0,89	0,94	0,98	1,03	1,07	1,12	1,16	1,21	1,25	1,30
3	1,34	1,39	1,43	1,48	1,52	1,56	1,61	1,65	1,70	1,74
4	1,79	1,83	1,88	1,92	1,97	2,01	2,06	2,10	2,15	2,19
5	2,23	2,28	2,32	2,37	2,41	2,46	2,50	2,55	2,59	2,64
6	2,68	2,73	2,77	2,82	2,86	2,91	2,95	2,99	3,04	3,08
7	3,13	3,17	3,22	3,26	3,31	3,35	3,40	3,44	3,49	3,53
8	3,58	3,62	3,67	3,71	3,75	3,80	3,84	3,89	3,93	3,98
9	4,02	4,07	4,11	4,16	4,20	4,25	4,29	4,34	4,38	4,42
10	4,47	4,51	4,56	4,60	4,65	4,69	4,74	4,78	4,82	4,87

Windgeschwindigkeit. Verwandlung von Kilometern pro Stunde in Meter pro Sekunde.

1 km pro Stunde = 0,27 778 m pro Sekunde.

Km. pro Stunde	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0,28	0,31	0,33	0,36	0,39	0,42	0,44	0,47	0,50	0,53
2	0,56	0,59	0,61	0,64	0,67	0,69	0,72	0,75	0,78	0,81
3	0,83	0,86	0,89	0,92	0,94	0,97	1,00	1,03	1,06	1,08
4	1,11	1,14	1,17	1,19	1,22	1,25	1,28	1,31	1,33	1,36
5	1,39	1,42	1,44	1,47	1,50	1,53	1,56	1,58	1,61	1,64
6	1,67	1,69	1,72	1,75	1,78	1,81	1,83	1,86	1,89	1,92
7	1,94	1,97	2,00	2,03	2,06	2,08	2,11	2,14	2,17	2,19
8	2,22	2,25	2,27	2,31	2,33	2,36	2,39	2,42	2,44	2,47
9	2,50	2,53	2,56	2,58	2,61	2,64	2,67	2,69	2,72	2,75
10	2,78	2,81	2,83	2,86	2,89	2,92	2,94	2,97	3,00	3,03

Psychrometertafel (Barometerstand 755mm).

Differenz des trockenen und feuchten Thermometers.

Feuchtes Thermometer ° C.	0°		1°		2°	
	Dunstdruck mm	Relative Feuchtigkeit %	Dunstdruck mm	Relative Feuchtigkeit %	Dunstdruck mm	Relative Feuchtigkeit %
— 25°	0,6	100	0,1	12		
— 24	0,6	100	0,1	19		
— 23	0,7	100	0,2	25		
— 22	0,8	100	0,3	31		
— 21	0,8	100	0,3	36		
— 20	0,9	100	0,4	40		
— 19	1,0	100	0,5	45		
— 18	1,1	100	0,6	48	0,1	4
— 17	1,2	100	0,7	52	0,2	11
— 16	1,3	100	0,8	55	0,3	16
— 15	1,4	100	0,9	58	0,4	22
— 14	1,5	100	1,0	61	0,5	27
— 13	1,6	100	1,1	63	0,6	31
— 12	1,8	100	1,3	65	0,7	35
— 11	1,9	100	1,4	67	0,9	39

Psychrometertafel

Feuchtes Thermometer ° C.	Differenz des trockenen und											
	0°		1°		2°		3°		4°		5°	
	Dunstdruck mm	Relative Feuchtigkt. %	Dunstdruck mm	Relative Feuchtigkt. %	Dunstdruck mm	Relative Feuchtigkt. %	Dunstdruck mm	Relative Feuchtigkt. %	Dunstdruck mm	Relative Feuchtigkt. %	Dunstdruck mm	Relative Feuchtigkt. %
— 10	2,1	100	1,6	69	1,0	42	0,5	20	—	—	—	—
— 9	2,3	100	1,7	71	1,2	46	0,7	24	0,2	6	—	—
— 8	2,5	100	1,9	73	1,4	49	0,9	28	0,4	11	—	—
— 7	2,7	100	2,2	74	1,6	52	1,1	32	0,6	16	—	—
— 6	2,0	100	2,4	76	1,9	55	1,3	36	0,8	20	—	—
— 5	3,1	100	2,6	77	2,1	57	1,6	40	1,0	24	—	—
— 4	3,4	100	2,9	78	2,3	59	1,8	43	1,3	28	0,8	15
— 3	3,7	100	3,1	79	2,6	61	2,1	45	1,6	32	1,0	19
— 2	4,0	100	3,4	80	2,9	63	2,4	48	1,9	35	1,3	23
— 1	4,3	100	3,7	81	3,3	65	2,7	51	2,2	38	1,6	27
— 0	4,6	100	4,1	82	3,5	67	3,0	53	2,5	40	2,0	30
+ 0	4,6	100	4,0	81	3,2	64	2,8	50	2,2	36	1,6	25
1	4,9	100	4,4	82	3,8	66	3,2	52	2,6	39	2,0	28
2	5,3	100	4,7	83	4,1	67	3,5	54	2,9	42	2,3	31
3	5,7	100	5,1	83	4,5	69	3,9	56	3,3	44	2,7	34
4	6,1	100	5,5	84	4,9	70	4,3	57	3,7	46	3,1	36
5	6,5	100	5,9	85	5,3	71	4,7	59	4,1	48	3,5	39
6	7,0	100	6,4	85	5,8	72	5,2	61	4,6	50	4,0	41
7	7,5	100	6,9	86	6,3	73	5,7	62	5,1	52	4,5	43
8	8,0	100	7,4	86	6,8	74	6,2	63	5,6	54	5,0	45
9	8,6	100	8,0	86	7,4	75	6,8	65	6,2	55	5,6	47
10	9,2	100	8,6	87	8,0	76	7,4	66	6,8	57	6,2	48
11	9,8	100	9,2	88	8,6	77	8,0	67	7,4	58	6,8	50
12	10,5	100	9,9	88	9,3	78	8,6	68	8,0	59	7,4	52
13	11,2	100	10,6	89	10,0	78	9,3	69	8,7	61	8,1	53
14	11,9	100	11,3	89	10,7	79	10,1	70	9,5	62	8,9	54
15	12,7	100	12,1	89	11,5	80	10,9	71	10,3	63	9,7	55
16	13,5	100	12,9	90	12,3	80	11,7	72	11,1	64	10,5	57
17	14,4	100	13,8	90	13,2	81	12,6	72	12,0	65	11,4	58
18	15,4	100	14,8	90	14,1	81	13,5	73	12,9	66	12,3	59
19	16,4	100	15,7	91	15,1	82	14,5	74	13,9	66	13,3	60
20	17,4	100	16,8	91	16,2	82	15,6	74	14,9	67	14,3	61
21	18,5	100	17,9	91	17,3	83	16,7	75	16,0	68	15,4	62
22	19,7	100	19,0	91	18,4	83	17,8	76	17,2	69	16,6	63
23	20,9	100	20,3	91	19,7	83	19,0	76	18,4	69	17,8	63
24	22,2	100	21,6	92	21,0	84	20,3	77	19,7	70	19,1	64
25	23,5	100	22,9	92	22,3	84	21,7	77	21,1	71	20,5	65
26	25,0	100	24,4	92	23,7	85	23,1	78	22,5	71	21,9	65
27	26,5	100	25,9	92	25,3	85	24,6	78	24,0	72	23,4	66
28	28,1	100	27,5	92	26,9	85	26,2	79	25,6	72	25,0	67
29	29,8	100	29,2	92	28,5	85	27,9	79	27,3	73	26,7	67
30	31,5	100	30,9	93	30,3	86	29,7	79	29,0	73	28,4	68

Barometer-Correction zu multipliciren mit b (Barometerstand) — 755

Psychrometer-Differenz		1	2	4
Dunstdruck	bei	0,001	0,002	0,003
Relative Feuchtigkeit	+ 0°	0,01	0,03	0,06

(Barometerstand 755^{mm}).

feuchten Thermometers.

6°		7°		8°		9°		10°		11°	
Dunst-druck mm	Relative Feuchtigkt. %	Dunst-druck mm	Relative Feuchtigkt. %	Dunst-druck mm	Relative Feuchtigkt. %	Dunst-druck mm	Relative Feuchtigkt. %	Dunst-druck mm	Relative Feuchtigkt. %	Dunst-druck mm	Relative Feuchtigkt. %
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,8	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,1	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,4	20	0,9	12	—	—	—	—	—	—	—	—
1,0	15	0,4	6	—	—	—	—	—	—	—	—
1,4	18	0,8	10	0,2	2	—	—	—	—	—	—
1,7	22	1,1	13	0,5	6	—	—	—	—	—	—
2,1	25	1,5	16	0,9	9	0,3	3	—	—	—	—
2,5	28	1,9	19	1,3	13	0,7	6	0,1	1	—	—
2,9	30	2,3	22	1,7	16	1,1	10	0,5	4	—	—
3,4	33	2,8	25	2,2	18	1,6	13	1,0	7	0,4	3
3,9	35	3,3	28	2,7	21	2,1	15	1,5	10	0,9	6
4,4	37	3,8	30	3,2	24	2,6	18	2,0	13	1,4	9
5,0	39	4,4	32	3,8	26	3,2	20	2,5	16	1,9	11
5,5	41	4,9	34	4,3	28	3,7	23	3,1	18	2,5	14
6,2	43	5,6	36	5,0	30	4,4	25	3,7	20	3,1	16
6,8	44	6,2	38	5,6	32	5,0	27	4,4	22	3,8	18
7,5	46	6,9	40	6,3	34	5,7	29	5,1	25	4,5	20
8,3	47	7,7	41	7,0	36	6,4	31	5,8	26	5,2	22
9,1	49	8,4	43	7,8	37	7,2	33	6,6	28	6,0	24
9,9	50	9,3	44	8,7	39	8,1	34	7,4	30	6,8	26
10,8	52	10,1	46	9,5	40	8,9	36	8,3	31	7,7	27
11,7	53	11,1	47	10,5	42	9,9	37	9,2	33	8,5	29
12,7	54	12,1	48	11,4	43	10,8	39	10,2	34	9,6	30
13,7	55	13,1	49	12,5	44	11,9	40	11,3	36	10,6	32
14,8	56	14,2	51	13,6	46	13,0	41	12,4	37	11,7	33
16,0	57	15,4	52	14,7	47	14,1	42	13,5	38	12,9	34
17,2	58	16,6	53	16,0	48	15,3	43	14,7	39	14,1	36
18,5	59	17,9	53	17,2	49	16,6	44	16,0	40	15,4	37
19,8	59	19,2	54	18,6	50	18,0	45	17,4	42	16,7	38
21,3	60	20,6	55	20,0	51	19,4	46	18,8	42	18,2	39
22,8	61	22,2	56	21,5	51	20,9	47	20,3	43	19,7	40
24,4	62	23,7	57	23,1	52	22,5	48	21,9	44	21,2	41
26,0	62	25,4	57	24,8	53	24,2	49	23,5	45	22,9	42
27,8	63	27,2	58	26,0	54	25,9	50	25,3	46		

und zu addiren, wenn b < 755^{m}, zu subtrahiren, wenn b > 755^{mm}

6		2	4	6	8	10	12
0,005	bei	0,002	0,003	0,005	0,006	0,008	0,010
0,09	+ 20°	0,00	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02

Multiplications-

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	2	4	6	8	10	12	14	16	18
3	3	6	9	12	15	18	21	24	27
4	4	8	12	16	20	24	28	32	36
5	5	10	15	20	25	30	35	40	45
6	6	12	18	24	30	36	42	48	54
7	7	14	21	28	35	42	49	56	63
8	8	16	24	32	40	48	56	64	72
9	9	18	27	36	45	54	63	72	81
10	10	20	30	40	50	60	70	80	90
11	11	22	33	44	55	66	77	88	99
12	12	24	36	48	60	72	84	96	108
13	13	26	39	52	65	78	91	104	117
14	14	28	42	56	70	84	98	112	126
15	15	30	45	60	75	90	105	120	135
16	16	32	48	64	80	96	112	128	144
17	17	34	51	68	85	102	119	136	153
18	18	36	54	72	90	108	126	144	162
19	19	38	57	76	95	114	133	152	171
20	20	40	60	80	100	120	140	160	180
21	21	42	63	84	105	126	147	168	189
22	22	44	66	88	110	132	154	176	198
23	23	46	69	92	115	138	161	184	207
24	24	48	72	96	120	144	168	192	216
25	25	50	75	100	125	150	175	200	225
26	26	52	78	104	130	156	182	208	234
27	27	54	81	108	135	162	189	216	243
28	28	56	84	112	140	168	196	224	252
29	29	58	87	116	145	174	203	232	261
30	30	60	90	120	150	180	210	240	270
31	31	62	93	124	155	186	217	248	279
32	32	64	96	128	160	192	224	256	288
33	33	66	99	132	165	198	231	264	297
34	34	68	102	136	170	204	238	272	306
35	35	70	105	140	175	210	245	280	315
36	36	72	108	144	180	216	252	288	324
37	37	74	111	148	185	222	259	296	333
38	38	76	114	152	190	228	266	304	342
39	39	78	117	156	195	234	273	312	351
40	40	80	120	160	200	240	280	320	360
41	41	82	123	164	205	246	287	328	369
42	42	84	126	168	210	252	294	336	378
43	43	86	129	172	215	258	301	344	387
44	44	88	132	176	220	264	308	352	396
45	45	90	135	180	225	270	315	360	405
46	46	92	138	184	230	276	322	368	414
47	47	94	141	188	235	282	329	376	423
48	48	96	144	192	240	288	336	384	432
49	49	98	147	196	245	294	343	392	441
50	50	100	150	200	250	300	350	400	450

Tabelle.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
51	51	102	153	204	255	306	357	408	459
52	52	104	156	208	260	312	364	416	468
53	53	106	159	212	265	318	371	424	477
54	54	108	162	216	270	324	378	432	486
55	55	110	165	220	275	330	385	440	495
56	56	112	168	224	280	336	392	448	504
57	57	114	171	228	285	342	399	456	513
58	58	116	174	232	290	348	406	464	522
59	59	118	177	236	295	354	413	472	531
60	60	120	180	240	300	360	420	480	540
61	61	122	183	244	305	366	427	488	549
62	62	124	186	248	310	372	434	496	558
63	63	126	189	252	315	378	441	504	567
64	64	128	192	256	320	384	448	512	576
65	65	130	195	260	325	390	455	520	585
66	66	132	198	264	330	396	462	528	594
67	67	134	201	268	335	402	469	536	603
68	68	136	204	272	340	408	476	544	612
69	69	138	207	276	345	414	483	552	621
70	70	140	210	280	350	420	490	560	630
71	71	142	213	284	355	426	497	568	639
72	72	144	216	288	360	432	504	576	648
73	73	146	219	292	365	438	511	584	657
74	74	148	222	296	370	444	518	592	666
75	75	150	225	300	375	450	525	600	675
76	76	152	228	304	380	456	532	608	684
77	77	154	231	308	385	462	539	616	693
78	78	156	234	312	390	468	546	624	702
79	79	158	237	316	395	474	553	632	711
80	80	160	240	320	400	480	560	640	720
81	81	162	243	324	405	486	567	648	729
82	82	164	246	328	410	492	574	656	738
83	83	166	249	332	415	498	581	664	747
84	84	168	252	336	420	504	588	672	756
85	85	170	255	340	425	510	595	680	765
86	86	172	258	344	430	516	602	688	774
87	87	174	261	348	435	522	609	696	783
88	88	176	264	352	440	528	616	704	792
89	89	178	267	356	445	534	623	712	801
90	90	180	270	360	450	540	630	720	810
91	91	182	273	364	455	546	637	728	819
92	92	184	276	368	460	552	644	736	828
93	93	186	279	372	465	558	651	744	837
94	94	188	282	376	470	564	658	752	846
95	95	190	285	380	475	570	665	760	855
96	96	192	288	384	480	576	672	768	864
97	97	194	291	388	485	582	679	776	873
98	98	196	294	392	490	588	686	784	882
99	99	198	297	396	495	594	693	792	891
100	100	200	300	400	500	600	700	800	900

Literatur und Bemerkungen.

Es bedeuten: O. Z. = Zeitschr. der Oesterr. Gesellsch. f. Meteorologie etc.
M. Z. = Meteorologische Zeitschrift.

[1]) H. W. Dove: „Meteorologische Untersuchungen." Berlin 1837. Einleitung pag 3.

[2]) Vergl. H. J. Klein: „Allgemeine Witterungskunde nach dem gegenwärtigen Standpunkte der meteorologischen Wissenschaft." Leipzig 1882. Einleitung pag. 2. Vergl. auch Buckle: History of the civilisation.

[3]) Vergl. I. Band dieses Handbuches pag. 283 ff.

[4]) Vergl. „Berichterstattung von Lootsen-Kommandeuren, Hafenmeistern, Vorständen der Signalstellen etc., über die Wirksamkeit des Sturmwarnungswesens an der deutschen Küste" in Einleitung zu der von der Seewarte herausgegebenen „Monatliche Uebersicht der Witterung für jeden Monat des Jahres 1882." Jahrg. VII. Eine ähnliche Berichterstattung wurde im December 1881 durch das meteorologische Amt in London veranlasst. Auch diese lauten durchweg günstig. Vergl. Ralph Abercromby: „Principles of Forecasting". 1885. pag. 114 ff.

[5]) Vergl. Neumayer: „Ueber die Witterungskunde im alltäglichen Leben" im „Amtlichen Bericht der 50. Vers. deutscher Naturf. und Aerzte in München." 1877. pag. 58 ff.

[6]) Diesem Abschnitte liegt theilweise eine Manuscript-Arbeit Köppen's zu Grunde, welche im Drucke nicht erscheinen wird und die mir der Herr Verfasser freundlichst zur Verfügung stellte. Die durch Anführungszeichen bezeichneten Stellen sind wörtlich dieser Arbeit entnommen.

[7]) Vergl. I. Theil dieses Handbuches: Die Entwickelung der Wettertelegraphie in den Hauptstaaten pag. 318 ff.

[8]) „Bericht über eine Conferenz in Hamburg zur Besprechung einiger Punkte, welche auf den Betrieb und die Einrichtung des Witterungs- und Signaldienstes in Nordwesteuropa Bezug haben. Abgehalten am 11., 12., 13. und 14. December 1875." Hamburg 1879. Anwesend auf dieser Conferenz waren: Neumayer, Buys-Ballot, Hoffmeyer, Köppen und Capt.-Lieut. Hoffmann.

[9]) Vergl. I. Theil dieses Handbuches pag. 315.

[10]) van Rysselberghe, welcher beim internationalen Congress der Elektriker in Paris das Project einer internationalen Teleometeoropographie vorbrachte, die speciell dem meteorologischen Dienste gewidmet sein sollte, schätzt die Kosten für Nordeuropa auf ca. 2,400,000 Frs., „ein Betrag, der auch durch das jetzige ungenügende System in 20 Jahren als Kosten-

aufwand ohne den entsprechenden Nutzen schon erreicht wird.“ Bei einer gleichmässigen Vertheilung der Kosten auf 6 Staaten würden also auf jeden 400,000 Frs. entfallen. Der Congress hielt das Project für realisirbar, hält es aber für nothwendig, dasselbe einem eingehenden Studium, namentlich in Beziehung auf den Kostenaufwand zu unterziehen (vergl. Ciel et Terre, II. Jahrg. Nr. 16, 15. October und Nr. 3, 1. April 1881).

[11]) Köppen: „Principien der Vertheilung meteorologischer Stationen.“ Vortrag, gehalten in der meteorologischen Section der Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte am 19. Sept. 1884, in M. Z. p. 437 ff.

[12]) Köppen, „Erläuterungen zur Karte der Häufigkeit und der mittleren Zugstrassen barometrischer Minima zwischen Felsengebirge und Ural.“ In O. Z. 1882. pag. 260.

[13]) Ausführliches hierüber findet sich in „Annual Report of the chief Signal Officer, United States army, to the Secretary of War for the fiscal year ending June 30 1882“ pag. 3 ff. und pag. 97 ff.

[14]) Ausführliche Mittheilungen über den telegraphischen Wetterdienst auf den britischen Inseln finden sich in den vom Meteorologischen Amte in London herausgegebenen Jahresberichten.

[15]) Vergl. E. Knipping: „Die Wettertelegraphie in Japan;“ Mittheilungen der Deutschen Geographischen Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens. Bd. IV, pag. 11 und Sonderabdruck. Yokohama 1884. Vergl. Annalen der Hydrogr. und maritimen Meteorol. 1885. pag. 39.

[16]) Vergl. Charles Todd: Meteorological Observations made at the Adelaide Observatory and other Places in South-Australia and the northern Territory during the year 1881. Adelaide 1884. pag. XXIX.

[17]) Eine eingehende Besprechung dieses denkwürdigen Sturmes findet sich in „Annalen der Hydrogr. und maritimen Meteorol.“ Jahrg. 1880. Hft. 12: van Bebber, „Bemerkenswerthe Stürme, I.“

[18]) Hann: „Zur Frage der Nothwendigkeit einer absoluten Uebereinstimmung der Beobachtungstermine.“ In O. Z. 1879. pag. 263.

[19]) Hoffmeyer's Antrag an den Wiener Meteorologen-Congress; siehe: Bericht über Wettertelegraphie und Sturmwarnungen, abgestattet an den meteorol. Congress in Wien von dem dafür auf der Leipziger Conferenz ernannten Comité, redigirt von Boguslawski. Berlin 1874. pag. 6.

[20]) Vergl. Jelinek, Anleitung zur Anstellung meteorologischer Beobachtungen und Sammlung von Hilfstafeln. 2. Aufl. Wien 1876. pag. 185.

[21]) Vergl. O. Z. XVII. 1882. pag. 31 ff.

[22]) Wild: Die Temperaturverhältnisse des Russischen Reiches. IV. Theil. 2. Reduction auf das Meeresniveau. pag. 311.

[23]) Hann, für die Alpen und Deutschland im Sitzungsberichte der Wiener Akademie, Bd. LXI. Abth. II. 1870, für Schafberg ibid. Bd. LXXVIII. Abth. II. 1878.

[24]) A. Hirsch, speciell für die Schweiz in „Schweizerische meteorologische Beobachtungen“. Bd. VI. 1869. Beilage A.

[25]) Vergl. C. Bruhns: Berichte über die Fragen 8, 15, 33 u. 35 des Programms für den Meteorologen-Congress in Rom. 1879. pag. 14.

[26]) Vergl.: „Ueber die an der Deutschen Seewarte angewandte Me-

thode der Reduction der Barometerstände." In Annalen d. Hydrogr. und maritimen Meteorol. Jahrg. 1877, pag. 138 ff.

[27]) von Bezold und Lang: Einleitung zu den „Beobachtungen der meteorologischen Stationen im Königreich Bayern." Jahrg. I. 1879. pag. XXXII.

[28]) Vergl. A. Sprung: Lehrbuch der Meteorologie. 1885. pag. 59 und 10. Die dem Stande hinzufügende Correction beträgt: $b = - b'. 0.0026 \cos 2 \varphi$.

[29]) Vergl. Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie. 1878. pag. 220 ff.

[30]) Vergl. I. Theil dieses Handbuches pag. 363 ff.

[31]) Vergl. „Witterungskarten in den ‚Times'". In O. Z. 1875. pag. 156. H. Tarry: „Ueber die Popularisirung der meteorologischen Beobachtungen mittelst der Tagespresse." O. Z. 1876. pag. 177 ff. „Report of the Meteorological Committee for 1873." p. 14.

[32]) Siehe I. Theil dieses Handbuches pag. 366.

[33]) Vergl. I. Theil dieses Handbuches pag. 322 und Bulletin international de l'observatoire impérial de Paris (Suppl. pag. 53—60) und O. Z. 1866. pag. 85; 1877. pag. 153.

[34]) Vergl. I. Theil dieses Handbuches pag. 331.

[35]) Vergl. Annual Report of the Chief Signal Officer United States Army to the secretary of War for the fiscal year ending June 30. 1881 und 1882.

[36]) Vergl. I. Theil dieses Handbuches pag. 334.

[37]) Ich verweise hier insbesondere auf: Mohn, Grundzüge der Meteorologie. 3. Aufl. Hann: Handbuch der Klimatologie. 1883. Sprung: Lehrbuch der Meteorologie.

[38]) Vergl. Hann: Handbuch der Klimatologie. Stuttgart 1883. pag. 57 ff.

[39]) Wiener, „Ueber die Stärke der Bestrahlung der Erde durch die Sonne in den verschiedenen Breiten und Jahreszeiten. O. Z. 1879. pag. 113 ff.

[40]) Vergl. die vortreffliche Darstellung von Hann in: Handbuch der Klimatologie, welcher ich hier der Hauptsache nach gefolgt bin.

[41]) H. Wild, Die Temperaturverhältnisse des Russischen Reiches; Supplementband zum Repertorium für Meteorologie, herausgegeben von der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften. Mit einem Atlas. St. Petersburg 1881. pag. 90 ff.

[42]) Eine ausführliche Besprechung dieser Darstellungsart nebst historischem Ueberblick findet sich in M. Z. II. 1885. pag. 281: Fritz Erk: „Ueber die Darstellung der stündlichen und jährlichen Vertheilung der Temperatur durch ein einziges (Thermo-Isoplethen) Diagramm und dessen Verwendung in der Meteorologie."

[43]) Ueber die Benennung „Chrono-Isothermen" siehe ebendas. pag. 287 Anmerkung.

[44]) Die Chrono-Isothermen für München sind der Erk'schen Abhandlung entnommen, die für Greenwich in etwas anderer (vergleichbarer) Form der „Elementaren Meteorologie" von Scott pag. 46. Ueber die Construction der Chrono-Isothermen siehe Scott: Meteor. pag. 374 und besonders Erk: M. Z. 1885. pag. 289.

[45]) Vergl. „Ableitung der Normaltemperaturen der Deutschen Stationen für die Wetterberichte der Deutschen Seewarte. In Annalen der Hydrogr. uhd maritimen Meteorol. pag. 1 ff.

[46]) Quetelet: La météorologie de la Belgique comparée à celle du globe. pag. 61.

[47]) J. Vincent: „Tägliche Veränderung des Luftdrucks in den Cyclonen." In M. Z. II. 1885. pag. 299 ff.

[48]) Hann: Handbuch der Klimatologie. pag. 711. Vergl. auch pag. 702 ff.

[49]) William Ferrel: Meteorological Researches. Part. I. On the mechanics and the general motions of the atmosphere. U. S. Coast Survey. Washington 1877. Referat in O. Z. 1879, pag. 386 ff.

[50]) A. Sprung: „Studien über den Wind und seine Beziehungen zum Luftdrucke." Aus dem Archiv der Seewarte. 1879. Nr. 2. pag. 7.

[51]) Hann, Hochstetter und Prokomy: Allgemeine Erdkunde. Prag 1881. 3. Aufl.

[52]) Vergl. Hann: Klimatologie. pag. 198 ff.

[53]) Vergl. Sprung: Studien über den Wind und seine Beziehungen zum Luftdrucke. In „Aus dem Archiv der Seewarte". 1879. Nr. 2. pag. 7.

[54]) Espy: „Reports of the British Association." 1840. pag. 345; 1865. pag. 264. Vergl. auch Hann: Die tägliche Periode der Geschwindigkeit und der Richtung des Windes. In „Sitzungsberichte der Wiener Akademie." LXXIX. 2 und Hjeltström: „Om den dagliga förändeningen i vindens hastighet."

[55]) Köppen: Die täglichen Aenderungen der Windstärke über dem Lande und dem Meere. In Annalen der Hydrogr. und maritimen Meteorol. XI. 1883. pag. 625 ff.

[56]) Sprung: „Die tägliche Periode der Richtung des Windes." In M. Z. I. 1884. pag. 15 ff.

[57]) Luke Howard: „Essay on the Modifications of clouds. London 1803. 3. Aufl. 1865."

[58]) Poëy: 1) „Nouvelle classification des nuages suivies d'instructions pour servir à l'observation des nuages et des courants atmosphèriques." Paris 1873. Extrait des Annales hydrographiques." Eine eingehende Besprechung findet sich in O. Z. 1884. p. 177 ff. 2) „Comment on observe les nuages pour prévoir le temps?" Paris 1879. 3) „Les courants atmosphèriques d'après les nuages." Paris 1882.

[59]) Vergl. auch M. Möller: „Beziehungen zwischen dem Ober- und Unterwinde einer Depression und den aus diesen resultirenden Wolkenformen." In: Annalen der Hydrogr. und maritimen Meteorol. X. 1882. pag. 212 ff.

Vergl. auch H. Hildebrand-Hildebrandsson: Sur la classification des nuages employée à l'observatoire météorologique d'Upsala. Upsala 1879. Hervorzuheben sind die beigegebenen 16 schönen Wolkenphotographien. Leider ist dieses Werk nur in 60 Exemplaren publicirt worden.

[60]) Vettin: „Erwiderung auf die Kritik meiner Messung der Wolkenhöhe durch Herrn Jesse." In O. Z. XVIII. 1883. pag. 90 ff.

[61]) Hildebrandsson: „Rapport au comité météorologique international." pag. 19.

[62]) J. Liznar: „Ueber den täglichen Gang der Bewölkung." In O. Z. XX. 1885. pag. 241 ff.

[63]) P. Elfert: Die Bewölkungsverhältnisse von Mitteleuropa. Inauguraldissertation. 1885. Andere Litteratur über diesen Gegenstand: Wild: „Ueber die Bewölkung Russlands." In Repertorium für Meteoro-

logie. II. 1871. Hellmann: Feuchtigkeit und Bewölkung auf der iberischen Halbinsel.“ In Nederl. meteor. Jahrb. 1876. Renou: „De la nébulosité du ciel en Europe.“ In La Nature. Vergl. O. Z. 1881. pag. 90. L. Meyer: „Die Bewölkung in Württemberg, mit Zugrundelegung der Beobachtungen von 1878—82 und mit besonderer Berücksichtigung meteorologischer Gebiete.“

[64]) Vergl. O. Z. XI. 1876. Hellmann: „Die tägliche Periode der Niederschläge zu Zechen.“ pag. 21 ff. Diese Abhandlung enthält für je 2 Stunden die Regenmenge (in Par. Lin.), die Regenhäufigkeit in Stunden und die Regendichte in den Jahreszeiten und dem Jahre für Zechen. O. Z. XVI. 1881. pag. 440 ff. Hann: „Ueber den täglichen Gang einiger meteorologischer Elemente in Wien (Stadt). Sitzungsbericht der Wiener Akademie. LXXXIII. Bd. II. Abth. Febr.-Hft. 1881. O. Z. XVII. 1882. pag. 53. Hann: Zur täglichen Periode des Regenfalles. Enthält die tägliche Periode zu Coimbra, Modena, Bern, Wien, Pawlowsk und Zechen. Ibid. pag. 235. A. Augustin: „Täglicher Gang des Regenfalls.“ (Greenwich und New-York.)

[65]) Vergl. van Bebber: Die geographische Verbreitung des Regens über die Erde. II. Die Regen der gemässigten und kalten Zonen. In Zeitschrift für die gebildete Welt. Herausgegeben von Richard Fleischer. Bd. IV. 1383. pag. 151 ff. Diese Darstellung ist hauptsächlich Hann's Klimatologie entnommen.

[66]) Vergl. H. Töpfer: „Untersuchungen über die Regenverhältnisse Deutschlands.“ Aus den Abh. der naturforsch. Gesellsch. in Görlitz. J. van Bebbber: „Die Regenverhältnisse Deutschlands.“ 1877, „Regentafeln für Deutschland.“ Kaiserslautern 1876, und „Vertheilung der Regen über Deutschland nach den Jahreszeiten.“ In Petermann's Mittheilungen. 1878. Heft VII. pag. 245 ff. In dieser Abhandlung finden sich die ersten Regenkarten für die einzelnen Jahreszeiten. A. Supan: Karte der jährlichen Regenmengen in Deutschland. In Mittheilungen des Vereins für Erdkunde zu Leipzig. 1883. Dove: Klimatologie von Deutschland. II. Regenhöhen; Möllendorff: Regenverhältnisse Deutschlands; Prestel: Regenverhältnisse des Königreichs Hannover. Die Zahlen für Deutschland sind der Abhandlung von Töpfer entnommen, wobei die Zehntel-Millimeter weggelassen sind.

[67]) Vergl. van Bebber in Deutsche Revue. VIII. pag. 257.

[68]) Vergl. van Bebber: Regenverhältnisse Deutschlands. pag. 60 ff.

[69]) Wilhelm v. Bezold u. C. Lang: Einleitung zu „Beobachtungen der meteorologischen Stationen im Königreich Bayern.“ Jahrgang 1879 ff. v. Bezold: Die Untersuchungen über Gewitter in Bayern und Württemberg. In „Elektrochemische Zeitschrift“. März 1883. Vergl. O. Z. XVIII. 1883. pag. 200 ff. „Ueber zündende Blitze im Königreich Bayern während des Zeitraumes 1833—1882.“ In Abhandl. der k. b. Akad. d. Wiss. II. Cl. XV. Bd. I. Abth. München 1884.

[70]) R. Assmann: „Die Gewitter in Mitteldeutschland.“ Nach den Beobachtungen des Vereins für landwirthschaftliche Wetterkunde bearbeitet. Halle 1885.

[71]) Ciro Ferrari: Untersuchungen über die dem „Ufficio centrale di Meteorologia“ mitgetheilten Gewitterbeobachtungen vom Jahre 1881. In M. Z. II. 1885. pag. 353 ff.

[72]) L. Sohnke: „Der Ursprung der Gewitterelektricität und der gewöhnlichen Elektricität der Atmosphäre. Eine meteorologisch-physi-

kalische Untersuchung." Jena 1885. Siehe auch E. Hoppe: „Ueber atmosphärische und Gewitterelektricität." In M. Z. II. 1885. 1 ff.

[73]) Für Bayern und Württemberg vergl. Beob. d. met. Stat. im Königr. Bayern; für Sachsen vergl. Assmann: Gewitter in Deutschland; für Glatz vergl. A. Richter: Doppeltes Maximum der täglichen Gewitterperiode in der Grafschaft Glatz. In M. Z. II. 1885. pag. 33.

[74]) Hellmann: „Ueber die tägliche Periode der Gewitter in Mitteleuropa und einige damit im Zusammenhang stehende Erscheinungen." In M. Z. II. 1885. pag. 433 ff.

[75]) Hellmann: „Die Verbreitung der Gewitter in Norddeutschland nach den Beobachtungen des Preussischen meteorologischen Instituts." In Preuss. Statist. XXXIV. 1874. Berlin 1875. pag. 71. Vergl. O. Z. X. 1875. p. 365.

[76]) H. J. Klein: „Das Gewitter und die dasselbe begleitenden Erscheinungen, ihre Eigenthümlichkeiten und Wirkungen, sowie die Mittel, sich vor den Verheerungen des Blitzes zu schützen. Graz 1871. pag. 17.

[77]) v. Bezold: „Ueber das doppelte Maximum in der Häufigkeit der Gewitter während der Sommermonate." Sitzungsberichte der Münchener Akademie; math. phys. Classe. Juli 1875. Vergl. O. Z. 1875. pag. 369.

[78]) Köppen: „Ueber die Abhängigkeit des klimatischen Charakters der Winde von ihrem Ursprunge." Im Repertorium für Meteorologie. Bd. IV. Nr. 4. 1874. In einem Vorwort zu dieser Abhandlung bemerkt Wild, „dass wohl in Zukunft Niemand mehr Windrosen nach einer anderen als nach dieser neuen Methode berechnen wird". Ein Referat von dieser Abhandlung findet sich in O. Z. IX. 1874. p. 315 ff.

[79]) P. Schreiber: „Die Bedeutung der Windrosen für theoretische und praktische Fragen der Meteorologie und Klimatologie bei dem heutigen Zustand der Wissenschaft, dargelegt durch die aus 15jährigen Beobachtungen in Leipzig sich ergebenden Beispiele." Petermann's Mittheilungen, Ergänzungsheft. Nr. 66.

[80]) Wojeikof: „Die atmosphärische Circulation. Verbreitung des Luftdruckes, der Winde und des Regens auf der Oberfläche der Erde." Ergänzungsband zu Petermann's Geographischen Mittheilungen. Nr. 38. pag. 15.

[81]) Vergl. Hann: „Ueber das Luftdruckmaximum vom 23. Januar bis 3. Februar 1876 nebst Bemerkungen über die Luftdruckmaxima im Allgemeinen." O. Z. XI. 1876. pag. 129 ff.

[82]) Vergl. Hann: „Ueber die Barometermaxima Ende December 1881 und Mitte Januar 1882." O. Z. XVII. 1882. 47 ff.

[83]) Ferdinand Ling: „Ueber den Einfluss der Alpen auf die Vorgänge in einem darüber hingehenden Luftdruckmaximum." O. Z. XVII. 1882. p. 214 ff.

[84]) Vergl. R. Billwiller: „Einfluss der Schneedecke auf die Temperatur der unteren Luftschichten." O. Z. XVII. 1882. pag. 98.

[85]) Vergl. van Bebber: „Die Untersuchungen von Hoffmeyer und Teisserenc de Bort über Wintertypen und der Winter 1883/84. M. Z. I. pag. 22 ff.

[86]) E. Loomis: „Contributions to Meteorology." V. Paper. American Journ. of Sc. and Arts. Vol. XI and XII.

[87]) E. Loomis: Contributions etc. IX. Paper. Vol. XVI. 1878.

[88]) Wojeikof: „Ueber das Barometermaximum in Ostasien im Winter." O. Z. XV. 1880. pag. 408.

[89]) Hann und Billwiller: „Barometermaxima." O. Z. XVII. 1882. pag. 94 ff.

[90]) Billwiller: Witterungsbericht aus der Schweiz, in „Monatl. Uebersicht der Witterung für jeden Monat des Jahres 1882." Januar. pag. 15.

[91]) Vergl. „Nature" vom 31. Januar 1884. Symons' meteorological Magazin. Februar 1884. O. Z. XIX. 1884. pag. 126. M. Z. I. 1884. pag. 35.

[92]) E. Loomis: Contributions to Meteorol. etc. IX. Paper. O. Z. XIV. 1879. pag. 226.

[93]) Eine kurze Zusammenstellung der älteren Ansichten findet sich in dem trefflichen Buche von Th. Reye: Die Wirbelstürme, Tornados und Wettersäulen in der Erdatmosphäre mit Berücksichtigung der Stürme in der Sonnenatmosphäre. Hannover 1872. pag. 146 ff. Siehe auch unter Nr. 94, Rosser.

[94]) W. H. Rosser: „The laws of storms considered practically." London 1876. Der historischen Zusammenstellung in diesem Buche ist einiges entnommen.

[95]) Fernandez de Oviedo; Historia general y Natural de las Indias y Tierra Firme de la mer Océano.

[96]) William Dampier: Voyages and Descriptions. Vol. II. pag. 36.

[97]) Gilbert Blane: Edinburgh Phil. Trans. 1738.

[98]) J. Capper: „Observations on the Winds and the Monsoons." London 1801. pag. 61 ff.

[99]) Horsburgh: „Memoirs concerning the Navigation to and from China by the China Sea." 1805.

[100]) Romme: Tableaux des vents. 1806.

[101]) Brandes: Dissertatio physica de repentinis variationibus in pressione atmosphaerae observatis — vergere procellarum directionem ad idem illud centrum. 1826. Vergl. Dove: „Das Gesetz der Stürme in seiner Beziehung zu den allgemeinen Bewegungen der Atmosphäre." 4. Aufl. 1873. pag. 146.

[102]) Dove, vergl. Pogg. Ann. Bd. XIII. pag. 596.

[103]) William C. Redfield: „Remarks on the Prevailing storms of the Atlantic Coast of the North American States." 1831.

[104]) Redfield: „Observations on the Hurricanes and Stormes of the West Indies and the Coast of the United States." 1833.

[105]) W. Reid: Attempt to develop the Laws of storms by means of Facts, arranged according to Place and Time. Die dritte Auflage dieses Buches erschien 1850.

[106]) H. W. Dove: „Das Gesetz der Stürme in seiner Beziehung zu den allgemeinen Bewegungen der Atmosphäre." 4. Aufl. Berlin 1873. Die 1. Auflage erschien 1840.

[107]) Th. Reye: „Die Wirbelstürme, Tornados und Wettersäulen" etc. pag. 153.

[108]) James Espy: Die Hauptwerke Espy's sind: „Philosophie of Storms" und „Reports in Meteorologie to the Surgeon-General of the United States Army."

[109]) Alexander Thom: Inquiry into the Nature and Course of Storms in the Indian Ocean south of the Equator. 1845.

[110]) A. Buchan: The Mean Pressure of the Atmosphere and the

prevailling Winds over the globe for the Months and for the Year (Transact. of the Roy. Soc. of. Edinburgh 1869. p. II. vol. XXV).

[111]) William Ferrel: 1) „An Essay on the Winds and Currents of the Ocean.“ Nashville Journal of Medicine and Surgery. 1856. 2) „The Motions of Fluids and Solids relative to the Earth's Surface.“ Runkle's Mathem. Monthly 1858—60; American Journal of Science for 1861; Profess. Papers of the Signal Service No. VIII, Reprinted with Notes by Frank Waldo. 3) „Cause of Low Barometer in the Polar Regions and in the central Part of Cyclones.“ Nature, July 1871. 4) „Relation between the Barometric Gradient and Velocity of the Wind.“ American Journal of Science. Nov. 1874. 5) „Meteorological Researches“ Part I. Part II: „Cyclones, Tornadoes and Wather spouts.“ Americ. Journ. of Science. July 1881. Die obigen Schriften, mit Ausnahme der Researches, Part I, sind 1882 unter dem Titel „Popular essays on the Movements of the Atmosphere“ in Professional Papers of the Signal Service No. XII. nochmals veröffentlicht worden.

[112]) Elias Loomis: „Contribution to Meteorology.“ Bis jetzt sind 21 dieser kleineren Schriften erschienen; von denen die ersten 9 von Brocard ins Französische übertragen und unter dem Titel „Mémoires de météorologie dynamique“ herausgegeben sind. Gegenwärtig veröffentlicht Loomis eine neue umfassendere Serie Abhandlungen über diesen Gegenstand, von welcher mir der erste Band vorliegt. Vergl. mein Referat hierüber in den Annalen für Hydrogr. etc. XIV. 1886, p. 89 ff. und in M. Z.

[113]) H. Mohn: „Det norske meteorologiske Instituts Storm Atlas udgivet med Bistand af Videnskabnels Kabel i Christiania. 1860. Ref. in O. Z. VI. 1871. pag. 209 ff.

[114]) A. Sprung: „Studien über den Wind und seine Beziehungen zum Luftdruck; I. zur Mechanik der Luftbewegungen.“ Aus dem Archiv der Seewarte. II. Jahrg. 1879. No. 1 pag. 21.

[115]) A. Sprung: ibid. II.: „Empirische Untersuchungen über die Beziehung zwischen Windstärke und Gradient und deren täglichen Periode mit besonderer Berücksichtigung des Deutschen Küstengebietes.“ Aus dem Archiv der Seewarte. II. Jahrg. 1879. No. 2. Für die deutschen Küsten werden hier die numerischen Werthe mitgetheilt.

[116]) Toynbee: Vergl. Scott in „Quarterly journal of the meteorol. Soc. vol. III. pag. 237.“

[117]) Vergl. Sprung: „Lehrbuch der Meteorologie.“ 1885. pag. 112.

[118]) Ferrel: The Motions of the Fluids etc. in O. Z. X. 1875. p. 105.

[119]) Hann: „Die Gesetze der Temperaturänderung in aufsteigenden Luftströmungen und einige der wichtigsten Folgerungen aus denselben.“ O. Z. IX. 1874. pag. 321 ff.

[120]) Th. Reye: Wirbelstürme, Tornados und Wettersäulen 1872, pag. 132.

[121]) J. Espy: Fourth meteorol. Rep. Washingt. 1857, pag. 10, vergl. O. Z. X. 1875, pag. 66.

[122]) E. Loomis: Sill. American Journal, Vol. VIII., Juli 1874, vergl. O. Z. IX. 1874, pag. 245 ff.

[123]) E. Loomis: Contributions to Meteor. VIII. Paper. Am. Journ. of scienc. and Astr. Vol. XV. Jan. 1878, O. Z. 13, 1878, pag. 315.

[124]) Thom: An Inquiry into the Nature and course of Storms in the Indian Ocean south of the Equator. London 1845, pag. 202 u. 186, O. Z. X. 1875, pag. 67.

[125]) E. Loomis: Contributions to Met. VI. Paper cf. O. Z. XII. 1877, pag. 317.

[126]) A. Colding: „Nogle Bemaerkninger om Luftenstromings forhold. Oversicht over det Kong. Danske Videskabernes Selskabs Forhandlinger i Aaret 1871, pag. 89—108. O. Z. X. 1875, pag. 133 ff.

[127]) C. W. Wittwer: „Ueber die Umbiegung der Cyclonenbahnen bei ihrem Austritte aus der Passatregion." O. Z. X. 1875, pag. 1 ff.

[128]) J. Murphy in „Nature" 1875, 8. Juli. O. Z. X. 1875, pag. 334.

[129]) Faye: „Sur les orages et la formation de la grêle". Annuaire pour l'an 1877 publié par le bureau des longitudes pag. 483 ff. und G. A. Hirn: „Étude sur une classe particulière de tourbillons qui se manifestent sous des certaines conditions spéciales dans les liquides. Analogie existant entre le mécanisme de ces tourbillons et celui des trombes." Bulletin de la société d'histoire naturelle de Colmar, 1878. Vergl. O. Z. XVI. 1881, pag. 73 ff.

[130]) P. Andries: „Die Entstehung der Cyclonen." O. Z. XVII. 1882, pag. 307 ff. und 385 ff. 1883, XVIII. pag. 113 ff. und 156 ff., vergl. auch: „Ueber Gewitter- und Hagelbildung." Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie XII. 1884, pag. 1 ff. und pag. 65 ff. „Nachträge zu dem Artikel über Gewitter- und Hagelbildung." Ibid. XIII. 1885, pag. 125 ff.

[131]) E. Loomis: Contributions to Meteorology, Revised Edition 1885, pag. 6 ff.

[132]) van Bebber: „Typische Witterungserscheinungen." Aus dem Archiv der Seewarte V. 1882, pag. 45.

[133]) Piddington: The Sailors Storm Book for the Law of Storms, II. Ed. 1851, vergl. Reye, Wirbelstürme etc., pag. 83.

[134]) Redfield: On the Gales and Hurricanes of the Western Atlantic. Sill. Journ. 31. Oct. 1836, pag. 115 ff., vergl. Reye, Wirbelstürme etc., pag. 83.

[135]) Loomis: Contrib. of Met. XI. Paper. Amer. Journ. of sc. and astr. Vol. XVIII, July 1879. O. Z. XV, 1880, p. 239.

[136]) Ueber den Ausdruck „Axe" vergl. Köppen in einer kleineren Mittheilung in M. Z. I. 1884, pag. 169: „Der gewöhnlich gebrauchte Ausdruck: „Die Axe des Wirbels" ist nach vorne oder nach hinten „geneigt", führt zu Missverständnissen. Denn eine einheitliche mathematische Axe für den ganzen Wirbel besteht bei unseren grösseren Cyclonen gar nicht; diese müsste auf der Rotationsebene senkrecht stehen, und in der That haben viele Verfasser der älteren und neueren Zeit, indem sie von einer Neigung der Axe des Wirbels sprachen, eine entsprechende Abweichung der Rotationsebene von der Horizontalen angenommen. In Wirklichkeit handelt es sich aber bei einer Cyclone um eine Aufeinanderlagerung von unendlich dünnen, sehr nahe horizontalen Scheiben, deren vertikale Rotationsaxen nicht zusammenfallen, sondern jede gegen diejenige der darunter liegenden um eine kleine Grösse nach der kälteren Seite verschoben ist.

[137]) van Bebber: „Typische Witterungserscheinungen." Aus dem Arch. d. Seew. V. 1882, Nr. 3, pag. 26.

[138]) Köppen: „Ueber den Einfluss der Temperaturvertheilung auf die oberen Luftströmungen und auf die Fortpflanzung der barometrischen Minima". Ann. d. Hydr. und mar. Meteor. X. 1882, pag. 660.

[139]) Cl. Ley: „The Relation between the Upper and Under Currents

the Atmosphere around areas of barometric Depression. Quart. Journ. of the Met. Soc. Oct. 1877. O. Z. XIII. 1878, pag. 278 ff.

[140]) Cl. Ley: „The Distribution of Atmospheric pressions in the Barometric depressions which pass over North-Western-Europe.“ Journ. of the Scott. Met. Soc. IV. O. Z. XI. pag. 263.

[141]) Loomis: Am. Journ. of Sciences and Astr. VIII. July 1874.

[142]) Cl. Ley: „The Relation between the Upper and Under Currents of the Atmosphere around areas of barometric Depressions.“ Quart. Journ. of the Met. Soc. Oct. 1877. O. Z. XIII. 1878, pag. 278.

[143]) Cl. Ley: Results of an Inquiry into mean Inclination of winds towards the lower Isobarics. Journ. of Scotl. Met. Tor. July 1872. O. Z. IX. 1874, pag. 95.

[144]) J. A. Broun: „On the Mean Directions and Distributions of the Lines of equal Barometric Pressure and their Relations of the mean Direction and Force of the wind over the British Isles. Prov. of the Roy. Soc. Vol. XXV. Dec. 1876.“

[145]) N. Hoffmeyer: „Die Vertheilung des Luftdruckes über den nordatlantischen Ocean während des Winters und deren Einfluss auf das Klima von Europa.“ Vortrag gehalten in der Meteorologenversammlung zu Paris im August 1878. O. Z. XIII. 1878, pag. 338.

[146]) J. Spindler: „Die Abhängigkeit der Stärke der Richtung der Winde von der Grösse und Richtung der Gradienten an den Küsten des Baltischen Meeres.“ Repert. f. Meteor. VII. Nr. 5. St. Petersburg 1880.

[147]) H. Hildebrand-Hildebrandsson: „Sur la Distribution des éléments météorologiques autour des minima et des maxima barométriques (Nova Acta Reg. Soc. Sc. Ups. Ser. III. Upsala 1883). Ein eingehendes Referat über diese interessante Arbeit habe ich in M. Z. I. 1884, pag. 111 ff. gegeben.

[148]) Krankenhagen: „Beitrag zum Studium der barometrischen Minima und Maxima.“ Beilage zum Schulprogramm des Realgymnasiums zu Stettin 1885. Ein Auszug findet sich in M. Z. II. 1885.

[149]) Loomis: Sill. Am. Journ. Vol. IX. Jan. 1875.

[150]) Broun, siehe No. 124.

[151]) Cl. Ley: „Suggestions on certains Variations, annual and diurnal in the Relation of the Barometric Gradient to the force of the wind.“ Quart. Journ. Vol. III., pag. 232.

[152]) Cl. Ley: „Barometric Gradient and Wind.“ Nature, May 5. 1881. Vol. XXIV, pag. 8. O. Z. XVI. 1881, pag. 534.

[153]) Sprung: „Studien über den Wind und seine Beziehungen zum Luftdruck.“ Aus dem Archiv der deutschen Seewarte II. 1879, Nr. 1, II. „Empirische Untersuchungen über die Beziehung zwischen Windstärke und Gradient und deren tägliche Periode, mit besonderer Berücksichtigung des deutschen Küstengebietes.“

[154]) Cl. Ley: „The Relation between the Upper and Under Currents etc.“, vergl. O. Z. XIII. 1878, pag. 278 ff.

[155]) H. Hildebrand-Hildebrandsson: „Essai sur les courants supérieures de l'atmosphère.“ Act. de la Soc. Roy. des scienc. d'Upsal, Sér. III, T. 9. — „Atlas des mouvements supérieures de l'Atmosphère.“ Stockholm 1877. — „Sur la distribution des éléments météorologiques autour des minima et des maxima barométrique.“ Upsal 1883.

[156]) Loomis: Contributions etc. XVII. und XVIII. Paper. O. Z. 1884, pag. 249 und 251.

[157]) Vergl. Einleitung zu „Monatliche Uebersicht der Witterung für

jeden Monat des Jahres 1880"; van Bebber: „Wissenschaftliche Ergebnisse aus den monatlichen Uebersichten der Witterung von 1876 bis 1880 (weitere Folge). Die erste Arbeit über diesen Gegenstand ist von Köppen und befindet sich im Jahrgange II. 1877.

[158]) H. Mohn: „Ueber die Ursache der grösseren Tiefe der Barometerdepressionen im Winter." O. Z. XI. 1876, pag. 17 ff. Hoffmeyer: „Die Vertheilung des Luftdruckes über dem Atlantischen Ocean etc.", vergl. O. Z. XIII. 1878, pag. 337 ff. Hoffmeyer: „Weitere Bemerkungen über die Luftdruckvertheilung im Winter." O. Z. XIV. 1879, pag. 73 ff.

[159]) Vergl. Einleitung zu „Monatliche Uebersicht der Witterung." V. 1880.

[160]) Loomis: „Contributions of Meteorologie". Revied edition, 1885, pag. 50.

[161]) Cl. Ley: „The Laws of the Winds prevailing in Western Europe, Part. I", vergl. Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie X. 1882, pag. 657 ff.

[162]) Köppen: „Ueber den Einfluss der Temperaturvertheilung auf die oberen Luftströmungen und auf die Fortpflanzung der barometrischen Minima." Ann. der Hydr. u. mar. Meteor. X. 1882, p. 657 ff.

[163]) Köppen: Einleitung zur monatlichen Uebersicht der Witterung II. 1877, pag. 8; „Erläuterung zur Karte der Häufigkeit und der mittleren Zugstrassen barometrischer Minima zwischen Felsengebirge und Ural", in Ann. d. Hydr. und marit. Meteorologie, X. 1882, pag. 337 ff. und O. Z. XVII, pag. 257 ff. und van Bebber: Wissenschaftliche Ergebnisse in Einleitung zur monatl. Uebers. der Witterung. V. 1880.

[164]) Jackson: Vergl. Ann. Rep. of the Chief Signal Officer, 1874, pag. 96.

[165]) van Bebber: „Typische Witterungserscheinungen in Aus dem Archiv der deutschen Seewarte, V. 1882, Nr. 3." Eine vorläufige Mittheilung über diesen Gegenstand findet sich in der Einleitung zur mon. Uebers. d. Witt. VII. 1882. Ich verweise auf die diesen Publikationen beigegebenen zahlreichen Karten.

[166]) Hoffmeyer: Vergl. oben Nr. 158.

[167]) Teisserenc de Bort: „Étude sur l'hiver de 1879—1880 et recherches sur la position des classes d'action de l'atmosphère dans les hivers anormaux." Annales du Bureau Centr. météor. de France. Année 1881, IV. Météorologie générale.

[168]) Das benutzte Material ist folgendes: 1) Wetterkarten der deutschen Seewarte, 2) Bahnenkarten aus der von der Seewarte herausgegebenen „Monatliche Uebersicht der Witterung", 3) Bulletin international du Bureau central météorologique de France, 4) Meteorologisches Bulletin des Physikalischen Observatoriums zu St. Petersburg, 5) Annalen des Physikalischen Centralobservatoriums, Petersburg, 6) Wetterkarten der Oesterreichischen Centralanstalt, 7) Meteorologische Beobachtungen in Oesterreich, 8) Bulletin des Observatorio do infante D. Luiz, 9) Annales del instituto y observatorio de Marina de San Fernando, 10) Meteorologia italiana, Bolletino mensile, 11) Bulletin météorologique du Nord, 12) Meteorologisk Aarbog udgived af det Danske meteorologiske Institut, 13) Jahrbuch des norwegischen meteorologischen Institutes.

[169]) Vergl. van Bebber: Einleitung zu „Monatliche Uebersicht etc." für 1880.

[170]) Ausführlicheres über diesen Gegenstand findet sich in Sprungs Lehrbuch der Meteorologie pag. 244 ff.

[171]) Alex. Supan: „Statistik der unteren Luftströmungen. Leipzig, 1881, vergl. O. Z. XVI. 1881, pag. 400."

[172]) Vergl. meine Typ. Witterungserscheinungen pag. 17 ff.

[173]) Cl. Ley: „The connexion between the relative steepness of Gradients in a Depression, and the course of the Depression". Journ. of the Scott. Meteor. Society. Vol. IV. O. Z. XI. 1876, pag. 265.

[174]) Loomis: Contribution to Meteor. XI. und XIV. Paper. O. Z. XV. 1880, pag. 293 und XVI. 1881, pag. 309.

[175]) Köppen: „Aufeinanderfolge der Wirbelstürme." O. Z. IX. 1874, pag. 381.

[176]) J. Spindler: „Ueber die Sturmbahnen der Jahre 1870—1875." Aus dem Witterungsbulletin des Centralobservatoriums zu St. Petersburg. O. Z. XIII. 1878, pag. 172 ff.

[177]) Die 3 letzten Stürme sind von mir eingehend untersucht worden, vgl. Annalen der Hydr. u. marit. Meteorol. Jahrg. 1880, pag. 609 ff., 1881, pag. 9 ff., 1882, pag. 1 ff. „Bemerkenswerthe Stürme" I. II. III.

[178]) Poincaré: „Manual de la prévision du temps à Bar-le-Duc" in: Annuaire de la société météorlogique de France. Das System ist veröffentlicht in den verschiedenen Jahrgängen 1881—1885.

[179]) Ralph Abercromby: Principles of Forecasting by means of Weather Cards. London 1885; vergl. auch von demselben Verfasser: „On certain Types of British Weather (Quaterl. Journ. of the Met. Soc. Vol. IX. Nr. 45; diurnal variation of Wind and Weather in their relation to isobaric lines (ibid. October 1882); on the general character and principal sources of variation in the Weather at any part of a Cyclone or Anticyclone (ibid. Jan. 1878); Abercromby and William Marriot: Popular Weather Prognostics (ibid. Vol. IX. Nr. 45). Andere Regeln hauptsächlich auf Grund der Wolkenbeobachtungen gab Cl. Ley: „Aids to the Study and Forecast of Weather. London 1880."

[180]) Busin: „Ueber die Isobarentypen in Italien und die Wetterprognosen" in O. Z. XIX. 1884, pag. 235 ff. und: „Wie man aus der Richtung und Drehung der Winde die Aenderung der Isobarentypen bestimmen kann". O. Z. XX. 1885, pag. 401 ff.

[181]) Schiaparelli e Frisiani: Sui temporali osservati nell Italia superiore durante l'anno 1877; Milano 1880. In dem Referate in der O. Z. XVI. 1881, pag. 359 ist die Erklärung des „Heimischen Typus" dahin zu modificiren, dass auf das barometrische Maximum über Ober-Italien kein Nachdruck zu legen ist, wohl aber auf die gleichmässige Vertheilung des Luftdruckes. — Schiaparelli, Pini und Frisiani: Gewitter in Oberitalien im Jahre 1878 (Publicaz. del R. Oss. di Brera in Milano Nr. XVII. 1884; Referat in O. Z. XX. 1885, pag. 153).

[182]) R. Billwiller: „Bericht der meteorologischen Centralstation Zürich über den Gang der Witterungsprognosen im Jahre 1880. Zürich 1880."

[183]) Vergl.: Die Organisation eines meteorologischen Dienstes im Interesse der Land- und Forstwissenschaft für das Gebiet des deutschen Reiches. Bericht über die in Cassel am 12. und 13. September 1878 abgehaltene Conferenz. Berlin 1879; pag. 37.

[184]) Vergl.: Bericht über die Verhandlungen und Beschlüsse einer Conferenz der Vorstände deutscher meteorologischer Institute, abgehalten in Hamburg vom 2.—4. April 1880. Hamburg 1880; pag. 6.

[185]) In den den bayerischen Wetterkarten ständig beigegebenen Erläuterungen heisst es: „Von dieser Unsicherheit (in Bezug auf die Kenntniss der wahrscheinlichen Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Depressionen) abgesehen, die indessen auch jenem nicht ganz erspart bleibt, der sich berufsmässig mit der Ausgabe von Wetterprognosen befasst, wird jeder, welcher die Wetterkarten von Tag zu Tag mit einiger Aufmerksamkeit verfolgt, bald zu der Ueberzeugung kommen, dass ihm dadurch das Verständniss der Witterungserscheinungen wesentlich erleichtert wird und dass er verhältnissmässig rasch in den Stand gesetzt wird, sich selbst ein Urtheil über die kommende Witterung zu bilden.

Da aber die Zahl derjenigen, welche die Karte in dieser Weise zu deuten verstehen, doch immer nur eine geringe ist, so ist jedesmal der beschreibenden Witterungsübersicht noch eine eigentliche Witterungsaussicht für den kommenden Tag beigefügt.

Diese Witterungsaussichten oder Prognosen machen natürlich keineswegs den Anspruch auf absolute Sicherheit, sondern nur auf einen höheren Grad von Wahrscheinlichkeit, als ihn die Benutzung der blossen örtlichen Anzeigen jemals zu liefern vermag, und hätte das obenerwähnte selbst gebildete Urtheil vor den Prognosen der Centralstellen sogar den Vorzug, dass es je nach dem Wechsel der Himmelsschau, der Aenderung in Windesrichtung und Stärke, Steigen oder Fallen des Ortsbarometers und dergleichen noch nachträgliche Abänderung gestattet, und überdies den örtlichen Verhältnissen angepasst werden kann, welche zwar nicht den Witterungscharakter im Ganzen zu beeinflussen, aber doch in Einzelheiten zu modificiren vermögen. Es wird nämlich dem aufmerksamen Leser der Wetterberichte nicht schwer sein, in Bälde aus einer zweckdienlichen Verbindung der Witterungsübersicht, der beiden Karten, sowie der Witterungsaussicht herauszufinden, wie sich der Prognosensteller die bevorstehenden Aenderungen in der Luftvertheilung gedacht hat, und hieraus zu folgern, wie die Aenderungen in den Witterungsverhältnissen in der nächsten Zeit schon beschaffen sein müssen, wenn die Prognose eintreffen soll. Treten dieselben nun nicht so ein, wie dies nach obiger Grundlage der Fall sein sollte, so wird man sich, rückwärts schliessend, leicht ein Bild davon verschaffen können, welche Aenderungen die Luftdruckvertheilung dann statt der vorausgesetzten erfahren hat.

[186]) Vergl.: Aus dem Archiv der Seewarte VII. 1884, Nr. 1: „Siebenter Jahresbericht über die Thätigkeit der Deutschen Seewarte für das Jahr 1884 erstattet von der Direktion" pag. 32.

[187]) C. Lang: „Die Vorhersage von Nachtfrost" in Zeitschrift des landwirthschaftlichen Vereins. München, Maiheft 1884.

[188]) Vergl. O. Z. 1875, pag. 332, 1879, pag. 151, 1884, pag. 531, und Klein, Witterungskunde, pag. 246.

[189]) Vergl. O. Z. 1876 pag. 284, 1879 pag. 219, 452, 1880 pag. 62, 1882 pag. 296, 1884 pag. 534.

[190]) R. Abercromby: „Ueber die Durchsichtigkeit oder die ungewöhnliche Klarheit der Luft, derzufolge ferne Objecte sehr nahe erscheinen" in O. Z. XV. 1880, pag. 29.

[191]) H. E. Hamberg: „Ueber die Durchsichtigkeit der Luft in Upsala". O. Z. XVI. pag. 457 ff.

[192]) Cl. Ley: „Wolken und Wetterzeichen." Moderne Meteorologie. Deutsche Originalausgabe. Braunschweig 1882. 4. Vorlesung.

[193]) Friedr. Böcker: „Resultate einer Statistik der oberen Luft-

strömungen hinsichtlich der Niederschläge für den Zeitraum vom 1. Dec. 1881 bis 30. November 1882." Halle 1883.

[194]) A. Richter: „Zugsrichtung der oberen Wolken und Regeneintritt zu Ebersdorf in Schlesien." M. Z. I. 1884, pag. 319 ff.

[195]) Vergl. Monatliche Uebersicht der Witterung für 1884, IX. Decemberheft.

[196]) Vergl. Referat in M. Z. I. 1884, pag. 39, und meine Mittheilung: „Eine rationelle Methode zur Stellung der Wetterprognosen," ibid. pag. 397.

[197]) Eine Anregung hierzu gab Klein in seiner Abhandlung: „Zur Frage der Prognosenprüfung" in Monatl. Uebersicht der Witterung für 1884. IX. pag. 23.

[198]) Berichterstattung von Lootsencommandeuren, Hafenmeistern, Vorständen der Signalstellen etc. über die Wirksamkeit des Sturmwarnungswesens an der deutschen Küste; in Einl. zur Monatl. Uebers. d. Witt. für 1882.

[199]) Abercromby: „Principles of Forecast etc." pag. 144.

[200]) Hoffmeyer: „Die Vertheilung des Luftdruckes über den nordatlantischen Ocean während des Winters und dessen Einfluss auf das Klima von Europa," Vortrag gehalten in der Meteorologenversammlung zu Paris im August 1878, abgedruckt in O. Z. XIII. 1878, pag. 337 ff. Referat in M. Z. I. 1884, pag. 22 ff.

[201]) Teisserenc de Bort: „Etude sur l'hiver 1879—1880 et recherches sur la position des centres d'action de l'atmosphère dans les hivers anormaux," in den Annales du Bureau Central météorol. de France. Année 1881, IV; Météorologie générale.

[202]) Vergl. Köppen: „Untersuchungen über die Witterungsverhältnisse zwischen dem Felsengebirge und dem Ural in den Monaten Januar bis März 1878." In „Aus dem Archiv der Deutschen Seewarte". (III. 1880, Nr. 3.)

[203]) Hoffmeyer: „Etude sur les tempêtes de l'Atlantique septentrional relatif à cet océan." Referat in den Annalen der Hydrogr. und marit. Met. VIII. 1880, pag. 292 ff.

[204]) Köppen: „Die Aufeinanderfolge der unperiodischen Witterungserscheinungen nach den Grundsätzen der Wahrscheinlichkeitsrechnung untersucht."

[205]) O. Eisenlohr: „Untersuchungen über den Einfluss des Windes auf den Barometerstand der Temperatur etc. nach 23jährigen Karlsruher Beobachtungen. Heidelberg und Leipzig 1837."

[206]) Hann: „Ueber die mittlere Temperatur und den mittleren Luftdruck zu Wien," in O. Z. XIV. 1879, pag. 434.

[207]) Hellmann: „Die milden Winter Berlins seit 1720," in Zeitschr. des kgl. Preuss. stat. Bur. 1884, und „Ueber gewisse Gesetzmässigkeiten im Wechsel der Witterung aufeinanderfolgender Jahreszeiten", Sitzungsbericht der kgl. Preuss. Akad. der Wissensch. XIV. 1885.

[208]) Karsten: „Vergl. Schriften des naturwissenschaftlichen Vereins für Schleswig-Holstein" V. 1884.

[209]) Köppen: „Kühler Mai nach mildem Januar," in O. Z. IX. 1874, pag. 360 ff.

[210]) Eisenlohr: „Untersuchungen über die Zuverlässigkeit und den Werth der gebräuchlichsten Wetterregeln, namentlich der sogen. Bauernregeln und Loostage, nach den zu Karlsruhe angestellten Beobachtungen. Karlsruhe 1847."

[211]) E. Quetelet: „Mémoire sur la température de l'air à Bruxelles," in Mém. de l'Acad. de Brux. XXXVII. 1869.

[212]) A. Winckelmann: „Wie erhält man aus Regenbeobachtungen eine Begrenzung von Prognosenbezirken?" in O. Z. XVI. 1881, pag. 225 ff.

[213]) L. Meyer: „Die Bewölkung in Württemberg, mit Zugrundelegung der Beobachtungen von 1878—82 und mit besonderer Berücksichtigung meteorol. Gebiete. Stuttgart 1884.

[214]) G. Mantel: „Untersuchung über die räumliche Vertheilung gleichzeitiger Niederschläge in der Schweiz," in O. Z. XVII. 1882, pag. 377 ff.

[215]) Franz Horn: „Ein Beitrag zur Kenntniss der zeitlichen und räumlichen Vertheilung der Niederschlagshäufigkeit in Bayern." Inaugural-Dissertation. München 1885.

Namen- und Sachregister

zum I. und II. Bande.

C.

H.

I. & J.

K.

S.

T.

Verlag von Ferdinand Enke in Stuttgart.

Geschichte der Physik

von Aristoteles bis auf die neueste Zeit.

Von

Professor ***August Heller.***

Zwei Bände.

I. Band:

Von Aristoteles bis Galilei.

Gross-Oktav. 1882. Geheftet. Preis M. 9. —

II. Band:

Von Descartes bis Robert Mayer.

Gross-Oktav. 1884. Geheftet. Preis M. 18. —

Urtheile der Presse.

Biedermann's techn. chem. Jahrb.: Diese Geschichte der Physik ist mit grosser Gelehrsamkeit verfasst und in einer durchweg edlen, nicht selten schwungvollen Sprache geschrieben. Nicht allein der Naturforscher, jeder Gebildete, der das Werden unserer heutigen Weltanschauung und die Entwicklung unserer Herrschaft über die Naturkräfte kennen will, wird dieses schöne Buch als einen zuverlässigen Führer und Lehrer liebgewinnen. Der Herr Verf. hat seine Aufgabe mit Gründlichkeit und weiser Erkenntniss dessen gelöst, was von einem Geschichtschreiber der Physik erwartet werden muss. Er ist bis zu den historischen Quellen vorgedrungen und lässt überall dabei die strenge Kritik sowohl des Naturforschers und Philosophen, als auch des literarischen Gelehrten walten. Er sieht nicht von dem Throne unserer heutigen atomistischen Mechanik vornehm und flüchtig auf die Meinungen früherer Jahrhunderte herab; er steht auf dem richtigen Standpunkte des Historikers, der jene Meinungen im Lichte des Geistes ihrer Zeit schildert, und der sich stets bewusst ist, dass unsere jetzigen als Wahrheit angenommenen Auffassungen künftigen Zeiten auch als Irrthümer erscheinen können. Bei der Schilderung der Geschichte der Physik werden stets auch die gleichzeitigen philosophischen Systeme berücksichtigt in richtiger Erkenntniss des grossen Einflusses, den diese auf die Entwicklung der exakten Naturwissenschaften ausgeübt haben, und der neuen Gesichtspunkte, die jene von diesen empfangen haben. Endlich ist als sehr wesentlich in der Darstellung das biographische Moment hervorzuheben, welches „in der Schilderung der Lebensführung der hervorragenden Forscher, in deren Denkrichtung, Ideenwelt, Stil u. s. f. seinen Ausdruck findet".

Natur, XXXIII. Band, Nr. 38: Als im Jahre 1882 der erste Band dieses umfangreichen Werkes erschien, haben wir in Nr. 32 dieser Blätter schon darauf hingedeutet, dass es sich hier um ein ungewöhnliches literarisches Erzeugniss handelt. Jetzt liegt uns nun dasselbe endlich vollendet vor und so kommen wir noch einmal, aber mit wahrer Freude, auf dasselbe zurück. Zunächst müssen wir selbiger ihren Ausdruck dahin geben, dass der Verfasser zu den seltenen Naturen gehört, welche im Stande sind, vorurtheilsfrei Geschichte aufzufassen und Geschichte zu schreiben. Er besitzt dazu das ganze Rüstzeug: mathematische, physikalische und philosophische Bildung, dazu die nothwendige Literaturkenntniss, welche mit der betreffenden Sprachkenntniss auf die Quellen zurück geht, liebevolles Eingehen auf die Träger und Förderer des physikalischen Fortschrittes und die Fähigkeit, aus einem Wuste von Thatsächlichem ein geistiges Fazit zu gewinnen. Das ist gerade so viel, um den Verfasser in die ersten Reihen physikalischer Geschichtschreiber zu stellen. Wir glauben es ihm gerne, dass die Menge des zu bewältigenden Stoffes, welcher sich vor ihm aufthürmte, eine erdrückende war; aber um so grösser auch ist sein Verdienst, sie in einer völlig zufriedenstellenden Art bewältigt zu haben.

Als wesentliche Ergänzung zu

jedem Lehrbuch der Physik

erschien kürzlich complet:

Die Physik im Dienste der Wissenschaft, der Kunst und des praktischen Lebens,

im Verein mit hervorragenden Fachmännern herausgegeben von

Professor Dr. G. Krebs

in Frankfurt a. M.

Mit 259 Holzschnitten. 582 S. 8. 1884. geh. 10 Mark, eleg. geb. 11 Mark.

Inhalt: Photographie. — Spectral-Analyse. — Meteorologische Station. — Deutsche Seewarte. — Heizung und Ventilation. — Musikalische Instrumente. — Motoren des Kleingewerbes. — Elektrische Maschinen. — Kerzen und Lampen. — Elektrische Beleuchtung. — Galvanoplastik. — Telephonie. — Sternwarte.

Ein vorzüglicher Führer durch die prakt. Physik in gemeinverständlicher Darstellung.

Die naturwissenschaftliche Zeitschrift „Gaea" sagt:

„Ein schönes Werk, das sich besonders zu Geschenken eignet. Der Herausgeber hat im Verein mit berufenen Forschern die wichtigsten Anwendungen der Physik in selbständigen Gemälden vorge-

---

Druck von Gebrüder Kröner in Stuttgart.



